I.U.F.M
Académie de Montpellier
Site de Montpellier

JAUBERT Christian

LA DIFFICULTE POUR LES ELEVES D'APPREHENDER LES ECHELLES D'ESPACE EN SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

«Réaliser une préparation microscopique et/ou utiliser des logiciels et/ou organiser et recenser des informations pour distinguer les échelles : atome, molécule, cellule, organe, organisme et les ordres de grandeur associés. »

Extrait du programme de SVT en classe de seconde
Thème 1 – La Terre dans l'Univers, la vie et l'évolution du vivant : une planète habitée
La nature du vivant
B.O spécial n°4 du 29.04.2010

Contexte du mémoire :
Sciences de la Vie et de la Terre
De la sixième à la terminale
Collège Ambrussum - LUNEL
Lycée Victor Hugo, Castelnau-le-Lez

Tuteur du mémoire : Jacques Fossati
Assesseur : Valérie De La Forêt

Année universitaire : **2009 – 2010**

RESUME

L'appréhension des échelles d'espace est une difficulté récurrente des élèves de collège et lycée en Sciences de la Vie et de la Terre. Comment faire pour y remédier ? J'ai abordé ce problème à travers l'étude des petites échelles spatiales. Ma démarche a consisté à mettre en évidence de façon concrète les problèmes rencontrés par les apprenants au travers d'activités diagnostiques, à rechercher ensuite les causes de ces difficultés en abordant en premier ses aspects historiques et techniques. J'ai ensuite examiné les contenus et directives pédagogiques dans les programmes officiels de l'Education Nationale. Enfin j'ai envisagé des solutions à mettre en œuvre pour améliorer la perception par les élèves des objets trop petits pour être vus dans leur juste dimension.

SUMMERY

Comprehending space scales is a recurring problem for secondary education pupils in the science class. How can we solve the problem? I considered the issue through the study of small space scales. What I decided to do is to look for the causes of the problem, dealing first with historical and technical aspects. Then I thoroughly studied the contents of the educational guidelines in the official curricula of the Ministry of Education. Afterwards -and in a more practical way- I highlighted the problems faced by learners through diagnostic activities and I eventually imagined solutions to be implemented to improve the pupils' perception of objects which were too small to be seen in their right dimensions.

MOTS-CLES

(Par ordre alphabétique)

Cellule, échelle, grandissement, grossissement, microscope, obstacle, pouvoir de résolution, unité de mesure.

COMMENTAIRES

SOMMAIRE

INTRODUCTION

1- LES OBSTACLES A LA PERCEPTION DES PETITES ECHELLES

1-1 Mes constats dans les classes

1-2 Les obstacles explicités

2- UN CADRE POUR LA PERCEPTION DES PETITES ECHELLES

2-1 Rappel historique (découverte du microscope et de la cellule, naissance d'une théorie)

2-2 L'approche au travers des programmes

2-3 L'approche pédagogique dans les manuels scolaires

3- LA STRATEGIE POUR LEVER LES OBSTACLES

3-1 L'élève doit s'approprier les outils

3-2 Insister sur les définitions et les méthodes

3-3 Travailler en interdisciplinarité

3-4 Motiver les élèves par des images frappantes

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

Introduction

Les programmes des Sciences de la Vie et de la Terre au collège et au lycée confrontent les élèves aux problèmes d'échelles d'espace et de temps. Pour ne citer que quelques exemples : La cellule unité d'organisation des êtres vivants en classe de sixième; le fonctionnement de l'appareil respiratoire de l'organe à l'alvéole pulmonaire en classe de cinquième; définition du phénotype à différentes échelles de l'organisme à la molécule en classe de première S; jusqu'à la notion de temps en biologie et géologie qui est le fil conducteur du programme de terminale S.

Pour autant ces notions semblent bien mal perçues par les élèves dans ces différents niveaux de scolarité. Et on retrouve ces mêmes difficultés dans l'enseignement supérieur comme le soulignent les observations sur ces sujets dans les rapports d'examen ou de concours.

Ce qui pose la problématique suivante comment faire mieux appréhender aux élèves les échelles d'espace et de temps en SVT ?

Pour limiter le sujet je ne traiterai dans ce mémoire que des échelles d'espace, limitant mes exemples aux seules petites échelles.

Ainsi dans une première partie je réalise un diagnostic sur la capacité pour les élèves d'appréhender les dimensions des objets de petite taille en particulier ceux qui sont invisibles à l'œil nu.
Je rappelle ensuite le cadre d'approche à la fois d'un point de vu historique et pédagogique.
Je propose dans la troisième partie une stratégie pour aider les élèves à dépasser les obstacles.

1 LES OBSTACLES A LA PERCEPTION DES PETITES ECHELLES

1-1 Mes constats dans les classes

Dès le début de l'année scolaire, en réalisant une activité avec les élèves sur le plan du collège au 1/500 (sur le thème de l'étude de l'environnement immédiat et ses composantes), j'ai constaté que des élèves avaient du mal à se repérer et utiliser l'échelle indiquée sur le plan.

Ensuite lors d'une activité où il était demandé de réaliser un dessin scientifique à partir de l'observation à l'œil nu d'un bulbe, d'un bourgeon ou d'une graine (activité mosaïque avec mutualisation en le bilan) je m'aperçu de leurs difficultés à estimer l'échelle ou le grandissement qui était demandé sur la fiche méthode (Voir **annexe 1**).

J'ai donc formalisé les activités suivantes :

Activité 1 : Evaluation sur la notion de cellule (Voir **annexe 2**) en 6ème

La question 4, non notée, est une **évaluation diagnostique**. Les élèves doivent indiquer la taille réelle d'une cellule à partir d'une photo comportant une échelle sous forme d'un barreau de dimension connue placé dans l'image. Ils doivent ensuite indiquer le nombre minimum de cellules qui doivent être juxtaposées pour que l'ensemble soit visible à l'œil nu. (Avec l'aide : plus petite dimension visible à l'œil nu = 100 micromètres).

Bilan : les élèves n'ont pas su indiquer la dimension réelle de l'objet observé. Une seule réponse exacte sur 79.

Activité 2 : activité sur le microscope et l'histoire de la découverte des cellules (Voir **annexe 3**)

Bilan de l'exploitation des travaux d'élèves :

Une majorité d'élève a correctement répondu. L'utilité du microscope est comprise. Certains élèves n'ont pas répondu à cette question, les questions ne sont pas lues jusqu'au bout ou les consignes ne sont pas respectées, ce qui est un autre problème !. **Certains élèves n'ont pas bien perçu l'utilité d'un microscope pour observer des objets non visibles à l'œil nu**. Ou bien le sens de la question n'est pas compris. (Dans certains cas la formulation de la réponse est très mal exprimée ce qui traduit un flou dans la perception du problème par l'élève).

Activité 3 : Questionnaire sur Les échelles du vivant et leurs observations

(Voir **annexe 4**)

Bilan de l'activité 3 en 6ème et 5ème

Seule l'analyse des 3 premières questions est effectuée pour ces niveaux, en effet les élèves de ces classes n'ont reçu aucune formation relative aux items 4 à 14.

Avant de procéder à ce questionnaire les élèves ont réalisé :

- une activité sur les lentilles (avec la consigne de faire pousser les graines à la maison et mesurer la croissance des plants)
- une séance de TP sur la colonisation des milieux par les végétaux qui ne produisent pas de graine, observation de spores de fougère au microscope et réalisation d'un schéma en respectant une fiche méthode.

Les résultats montrent que seul un élève sur deux a pu estimer la taille d'une lentille et 15% seulement sont capables de comparer 2 objets dont l'un est visible à l'œil nu et l'autre a été observé au microscope.

Dans certains cas les estimations des dimensions sont exactes mais leur comparaison sont erronées.

Bilan de l'activité 3 en terminale Spécialité SVT

Alors que de nombreuses observations ont été réalisées durant toute la scolarité, comme l'attestent les instructions des textes officiels, beaucoup d'élèves n'ont pas su répondre à la question 7 sur la taille moyenne d'une cellule (seulement 30% de bonnes réponses).

De même, les élèves de terminale observent des spores (Sordaria comme exemple de cycle haploïde) et des cellules animales ou végétales au microscope, mais peu se souviennent de leurs dimensions (seulement 16% de bonnes réponses).

Et même si les élèves ont déjà étudiés des documents montrant des bactéries (vues en seconde) et des virus (cours d'immunologie en terminale), seuls 6 élèves sur 24 ont donné une bonne réponse sur leur taille.

Par contre les élèves de terminale ont mieux réussi l'exercice de comparaison sur la taille d'un globule rouge rapporté à la taille d'un homme qui mesurerait 830m, soit l'équivalent d'une graine de lentille (17 bonnes réponses sur 24). Mais ce bon résultat est à nuancer car j'ai accepté une marge d'erreur importante pour cette question (une balle de tennis acceptée qui est pourtant 20 fois plus grande qu'une lentille).

D'autre part les ordres de grandeurs des grossissements et limite de résolution du microscope optique sont connus mais pas ceux du microscope électronique. Et ce malgré l'observation probable de nombreux documents photographiques pendant leur cursus.

1-2 Les obstacles explicités

Les résultats de l'activité 1 montrent que les élèves ne maîtrisent pas l'utilisation d'une échelle sur un document.

Il y a une réelle difficulté pour un élève de 6ème à faire le lien entre l'image observée et le réel (ce niveau d'abstraction est-il accessible à cet âge ?).

Certains élèves ne maîtrisent pas la règle de 3 et ne savent pas comparer ou calculer des proportions, un blocage en mathématique s'ajoute à celui du problème de perception des objets non visibles à l'œil nu.

Enfin certains élèves ont des difficultés pour faire un raisonnement simple à partir d'une observation ou d'un texte.

Les résultats de l'activité 2 montrent que les élèves ont bien compris l'utilité du microscope, mais cela reste un obstacle pour certains. Ces derniers ne comprennent pas toujours le sens d'une activité : si on observe au microscope c'est parce que les objets observés sont invisibles à l'œil nu.

Les résultats de l'activité 3 montrent que :

- En 6ème

- Les élèves ne maîtrisent pas les unités de mesures comme le mm ou le cm, ce qui représente un obstacle pour maîtriser des unités plus petites.
- L'outil mathématique de conversion n'est pas assimilé. (manipuler des ordres de grandeurs reste un obstacle)
- Enfin il semble difficile pour ces élèves de 6ème de comparer de façon abstraite des objets qu'ils n'ont pas directement sous les yeux.

- En terminale après 6 années d'enseignement pendant lesquels les élèves travaillent sur des objets microscopiques la maîtrise de leur dimension n'est pas acquise. La méthodologie de transmission du savoir est donc à améliorer.

Par contre les élèves savent utiliser de façon correcte un microscope (vu pendant mes séances de TP en TSspé), mais j'ai constaté qu'ils ont du mal à se **représenter l'objet observé entre lame et lamelle en 3 dimensions (jouer sur la mise au point du microscope permet pourtant d'observer une cellule dans son épaisseur !).**

En résumé les élèves :

- Ne comprennent pas la signification du mode de représentation de l'échelle.
- Ne maîtrisent pas les unités.
- Ne savent pas utiliser les bonnes opérations mathématiques.
- Ne s'approprient pas la taille des petits objets. (pas toujours exprimée même pour des élèves de terminale option spécialité SVT)

2 UN CADRE POUR LA PERCEPTION DES PETITES ECHELLES

2-1 Rappel historique (découvertes du microscope et de la cellule, naissance d'une théorie)

C'est à travers nos sens que nous percevons le monde, la vision jouant un rôle essentiel. Mais si l'œil est un organe aux possibilités extraordinaires, ces dernières sont limitées pour distinguer le petit comme le lointain.

C'est le scientifique Ibn Al Haytam (965-1039) qui nous a laissé le premier « traité d'optique » datant de l'année 1011. Nous pourrons donc bientôt fêter le millième anniversaire d'un ouvrage dans lequel son auteur décrit les propriétés de la loupe qui permet d'agrandir les objets, pour mieux les observer, avec des lentilles. Ces travaux ont conduit plus tard à l'invention du microscope.

Bien plus tard, Leeuwenhoek (1632-1723), drapier Hollandais, même s'il n'en est pas reconnu comme l'inventeur, construisait des microscopes avec lesquels il faisait de nombreuses observations qui ne concernaient pas seulement ses étoffes mais aussi tout objet éveillant sa curiosité. Et il dessinait ce qu'il observait, en particulier des infusoires, globules, spermatozoïdes, et même des bactéries.

Mais c'est à Hooke (1635-1703), physicien, astronome et naturaliste Anglais que l'on doit la découverte de la cellule. Celle-ci serait attestée par une communication datant de l'année 1667 à la Société Royale de Londres.

Examinant des végétaux, notamment une fine tranche de liège, il trouva une explication à la légèreté de ce matériau dans lequel il lui semblait apercevoir des pores qu'il se représentait comme des logettes qu'il nomma cellules en référence aux chambres exigües des moines. Ce qu'il observait alors n'était pas des cellules mais uniquement la paroi rigide qui les entoure, cependant l'idée de cellule était née et Hooke examina au microscope d'autres fragments de végétaux dans lesquels il retrouva la même structure poreuse. En plus des interprétations de ses observations pour essayer d'expliquer les propriétés physiques des matériaux il rechercha si l'organisation microscopique permettait de faire apparaître un point commun entre végétaux et animaux. Il ne généralisera pourtant pas le concept.

Il faudra en effet attendre le début du dix neuvième siècle pour que la théorie cellulaire voit le jour. Avant cette date les observations réalisées n'étaient pas interprétées et comme le souligne F. Jacob « pour qu'un objet (scientifique) soit accessible à l'expérience, il ne suffit pas de l'apercevoir, il faut poser au départ un problème scientifique pour disposer d'un critère organisateur de l'observation qui permet de découvrir un système de relations ».

Ce temps long pour installer la théorie s'explique en premier lieu par le fait que les microscopes n'étaient pas encore assez perfectionnés et standardisés pour permettre des observations reproductibles. D'autre part il fallait que le cadre de la

recherche se structure, ce qui se fera au début du 19ème siècle. Enfin il fallait une évolution des idées, de la philosophie et du climat intellectuel, encore trop enfermés dans leur carcan religieux à cette époque.

Ce n'est donc que bien après les observations isolées réalisées au 17ème puis au 18ème siècle que nait le concept général décrit par la théorie cellulaire. Deux Allemands y contribuent largement, Schleiden (1804-1881) botaniste et Schwann (1810-1882) physiologiste. Ils établissent le constat, bousculant les idées de l'époque, que les végétaux et les animaux sont organisés sur la même unité de structure et de fonction.

Depuis sa découverte, le microscope optique a connu bien des améliorations techniques et permet aujourd'hui des grossissements allant de 40 à 2 500 fois.

Parallèlement les techniques de coloration ont été mises au point permettant l'observation de structures de plus en plus fines leur localisation dans la cellule. Actuellement, grâce à l'utilisation des anticorps et des toxines, on peut détecter la position d'une molécule précise et dans une certaine mesure la doser ou suivre son évolution temporelle. Mais la plupart de ces techniques sont létales pour la cellule et cette dernière survit rarement à la coloration.

Le microscope à contraste de phase développé dans les années 1930 permet par contre d'observer des cellules vivantes en utilisant les interférences des ondes lumineuses faisant apparaître des différences d'intensité (le contraste).

En 1931 Ruska (1906-1988) physicien Allemand et ses collègues construisent le premier microscope électronique, ce qui lui vaudra le prix Nobel de physique en 1986. Cet appareil a révolutionné le monde de l'observation microscopique permettant l'essor, avec les progrès en physiologie, de la biologie cellulaire.

2-2 L'approche au travers des programmes déclinés dans les B.O.

Dans les textes officiels les compétences faisant référence à la maîtrise des échelles spatiales sont nombreuses. Elles sont en particulier intégrées au socle commun du collège.

Les connaissances et capacités attendues pour chaque niveau de scolarité sont indiquées dans **l'annexe 5**.

J'ai extrait de cette annexe, et reporté ci-dessous, les connaissances et capacités relevant des classes de 6ème pour lesquelles j'ai testé des activités et discuté leurs résultats, ainsi que celles qui sont réinvesties de nombreuses fois jusqu'à la terminale.

Socle commun de connaissances et compétences :

- Connaître les nombres, fractions, les puissances (**ordonner, comparer**).

- Connaître les **principales grandeurs** (**unités de mesure, formules, calculs et conversions**).
- Connaître les **mesures à l'aide d'instruments**, en prenant en compte l'incertitude liée au mesurage.
- Reconnaître les situations relevant de la **proportionnalité** et les **traiter**
- Savoir **estimer l'ordre de grandeur d'un résultat** ;
-Savoir que les sciences expérimentales et les technologies ont pour objectif de **comprendre et de décrire le monde réel ;**
- Savoir que l'Univers est **structuré** du niveau **microscopique** (atomes, molécules, cellules du vivant) au niveau macroscopique (planètes, étoiles, galaxies) ;
- Connaître les **caractéristiques du vivant** : **unité d'organisation** (cellule) ;
- Pratiquer une **démarche scientifique** à travers l'**observation** et le questionnement, et partir de là pour formuler une hypothèse et la valider ;
- **Manipuler** et expérimenter ;
- Développer des **habiletés manuelles**, être familiarisé avec certains **gestes techniques**.

Programme de la classe de 6ème :

Connaissances

Au niveau microscopique, les organismes vivants sont constitués de cellules.
La cellule est l'unité d'organisation des êtres vivants.
Certains organismes vivants sont constitués d'une seule cellule, d'autres sont formés d'un nombre souvent très important de cellules.
La cellule possède un noyau, une membrane, du cytoplasme.

Capacités

Effectuer un geste technique en réalisant une préparation microscopique de cellules animales et/ou végétales, et/ou d'un micro-organisme unicellulaire.
Faire (en respectant les conventions) un dessin scientifique traduisant les observations réalisées.
B2i - Domaine 1 : s'approprier un environnement informatique de travail. Domaine 3 : créer, produire, traiter, exploiter des données. Observer à la loupe ou au microscope avec réalisation d'images numériques.

En conclusion au cours de leur scolarité collège et au lycée les élèves réalisent eux même et observent de nombreuses préparations microscopiques ou ont souvent eu à exploiter des documents sur lesquels figurent des images obtenues par l'intermédiaire d'un microscope (optique ou électronique).

2-3 L'approche pédagogique dans les manuels scolaires

A - De nombreuses images d'objets microscopiques sont proposées dans les manuels. Les professeurs les utilisent fréquemment mais selon les cas :

- Leur taille n'est pas précisée ou bien de manière partielle (**annexe 6 documents 1, 2 et 4**)

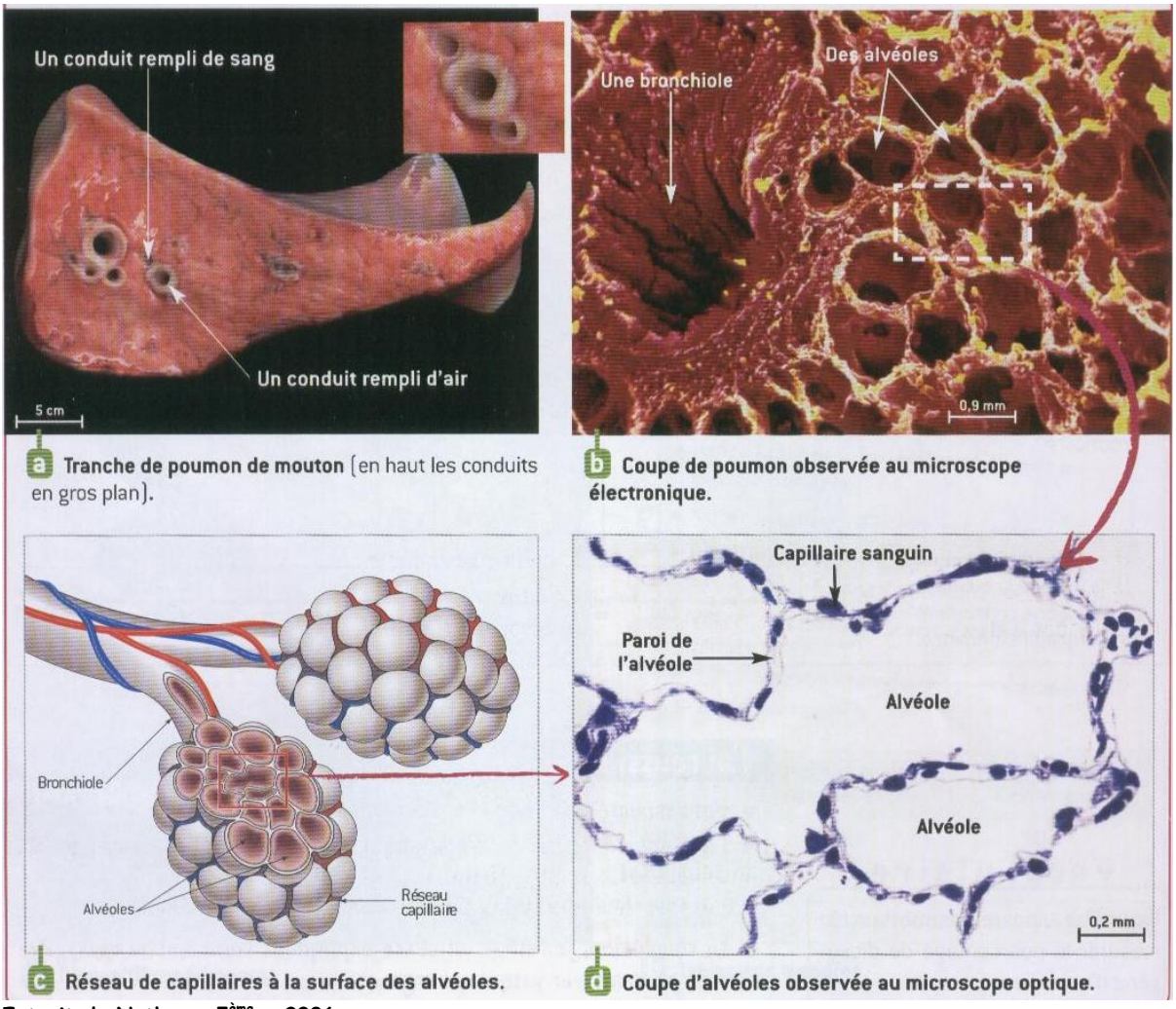
- Leur taille est indiquée par un grossissement (**annexe 6 doc. B**)
- Leur taille est indiquée par un grandissement (**annexe 6 doc. A**)
- Leur taille est indiquée par un barreau ou segment (**annexe 6 doc. 4a**)

B - Par ailleurs des supports d'activités sont proposés dans les manuels pour que les élèves s'approprient les échelles, en voici quelques exemples.

Exemple 1 : Le poumon à différentes échelles

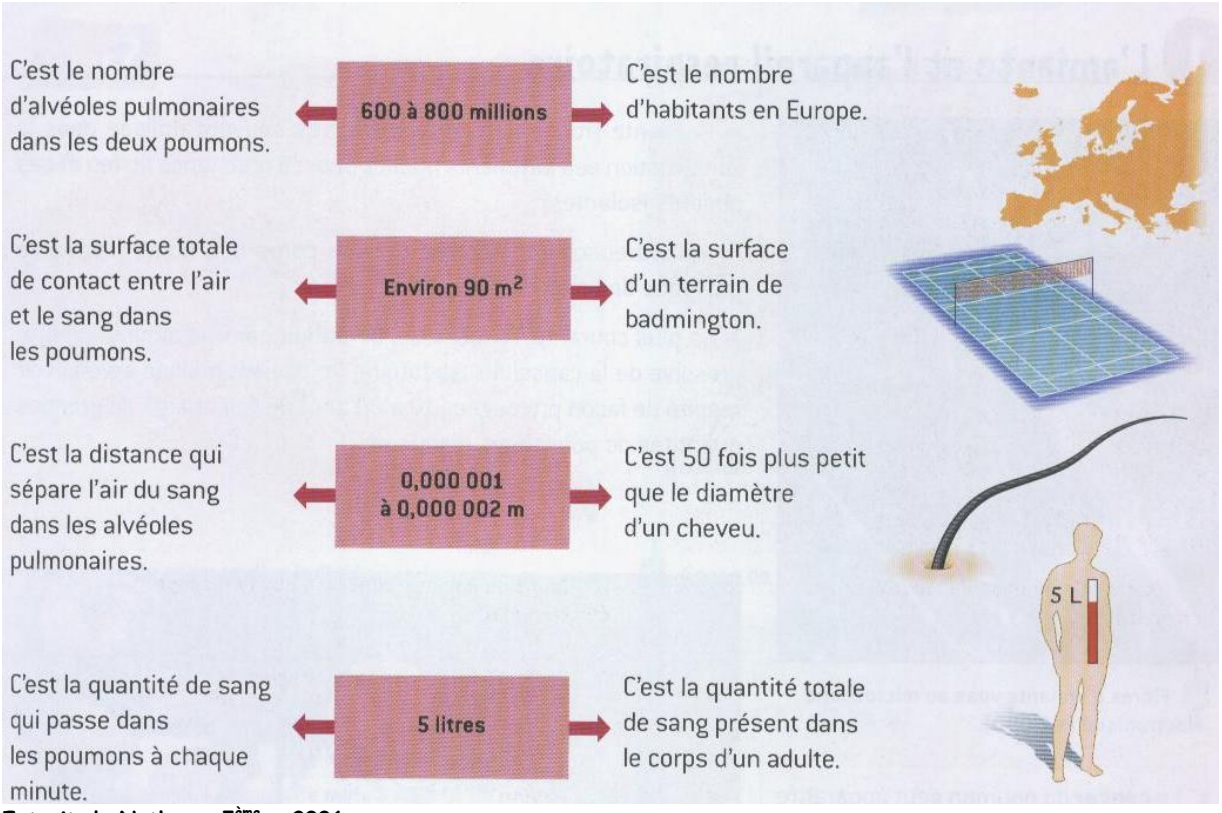
Sur chaque image un **barreau d'échelle (ou segment)** permet de mesurer la taille de l'objet représenté. Un schéma explicatif apporte un aide supplémentaire sur la structure de l'alvéole.

Ce type de document doit permettre à l'élève de s'approprier les différentes échelles du vivant, de la cellule (la légende ne mentionne pas le globule rouge qui n'est pas étudié dans cette partie du programme) au tissu et à l'organe.



Extrait de Nathan – 5ème - 2006

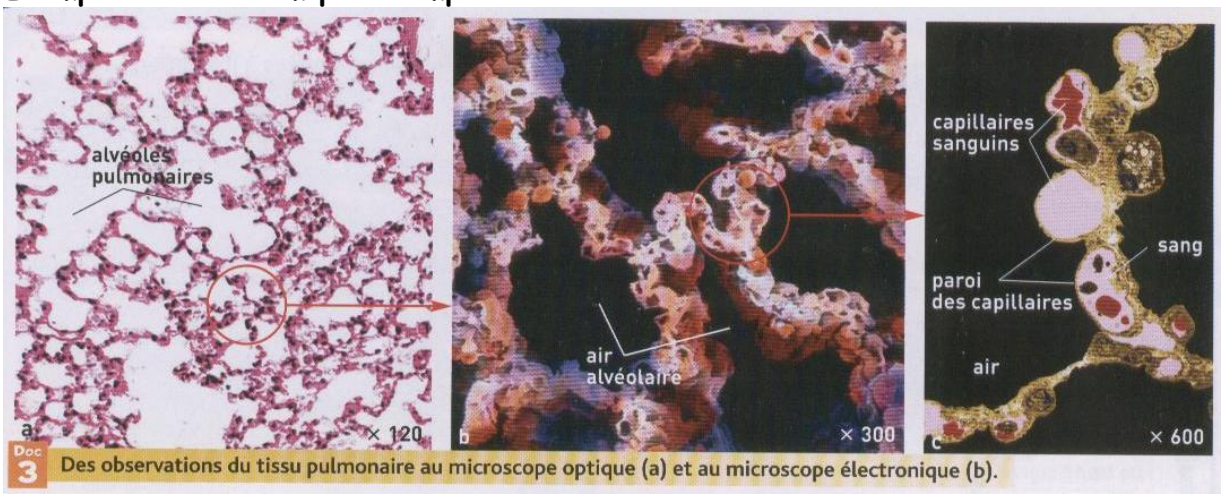
Exemple 2 : Des chiffres pour visualiser


C'est le nombre d'alvéoles pulmonaires dans les deux poumons.
600 à 800 millions
C'est le nombre d'habitants en Europe.
C'est la surface totale de contact entre l'air et le sang dans les poumons.
Environ 90 m²
C'est la surface d'un terrain de badmington.
C'est la distance qui sépare l'air du sang dans les alvéoles pulmonaires.
0,000 001 à 0,000 002 m
C'est 50 fois plus petit que le diamètre d'un cheveu.
C'est la quantité de sang qui passe dans les poumons à chaque minute.
5 litres
C'est la quantité totale de sang présent dans le corps d'un adulte.
5 L

Extrait de Nathan – 5ème - 2006

Les chiffres sont frappants, ce type de document permet à l'élève de faire le lien avec les images précédentes. Et surtout de mieux réaliser les différentes échelles ne les rapportant à des objets plus concrets pour lui

Exemple 3 : Un zoom pour comprendre

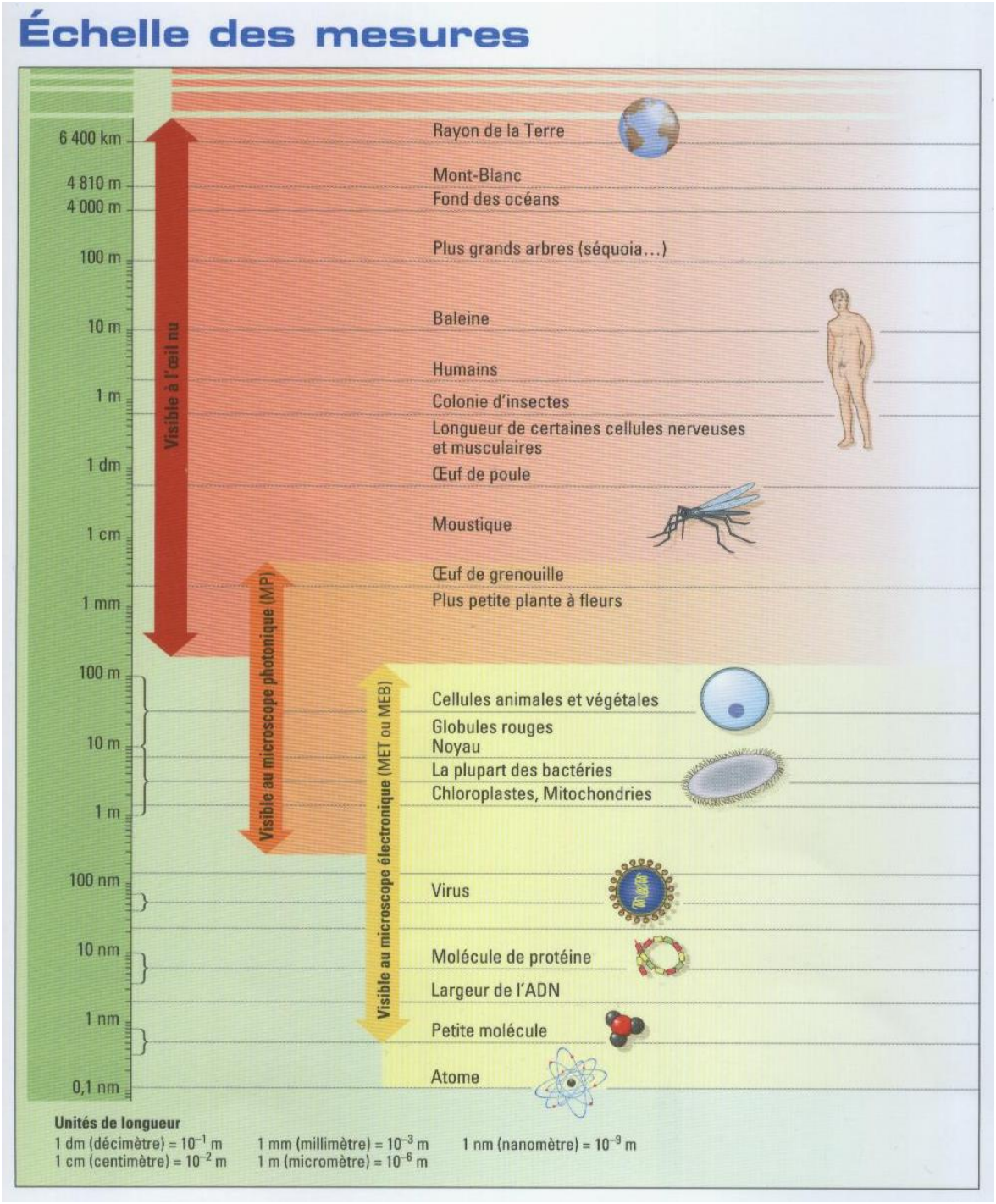


Extrait de Bordas – 5ème - 2006

Ici l'élève peut visualiser les structures à différentes échelles grâce à un zoom.

Notons ici que l'éditeur n'indique pas si les valeurs numériques sont des **grossissements** ou des **grandissements**.

Exemple 4 : Une échelle logarithmique pour comparer

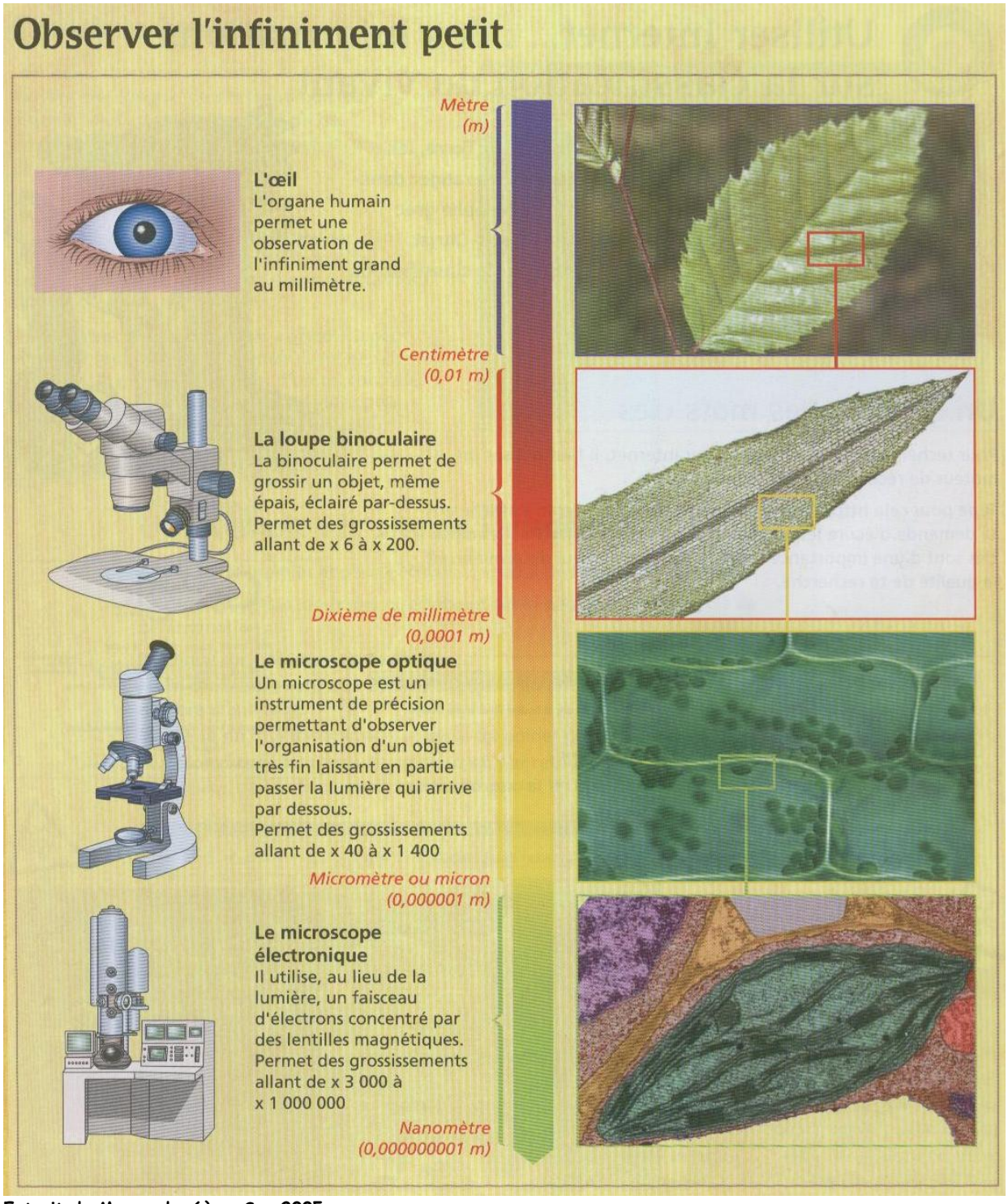


Extrait de Belin – 1ère S - 2006

Ce document montre le souci de l'éditeur d'aider les élèves à appréhender les différentes échelles.
Document à utiliser sans modération par les professeurs et les élèves.
(Une erreur à signaler : manque la lettre Grecque **µ** dans les micromètres).

Voir aussi en annexe 7 un document d'échelle encore plus large

Exemple 5 : Mise en rapport de l'outil et de l'image

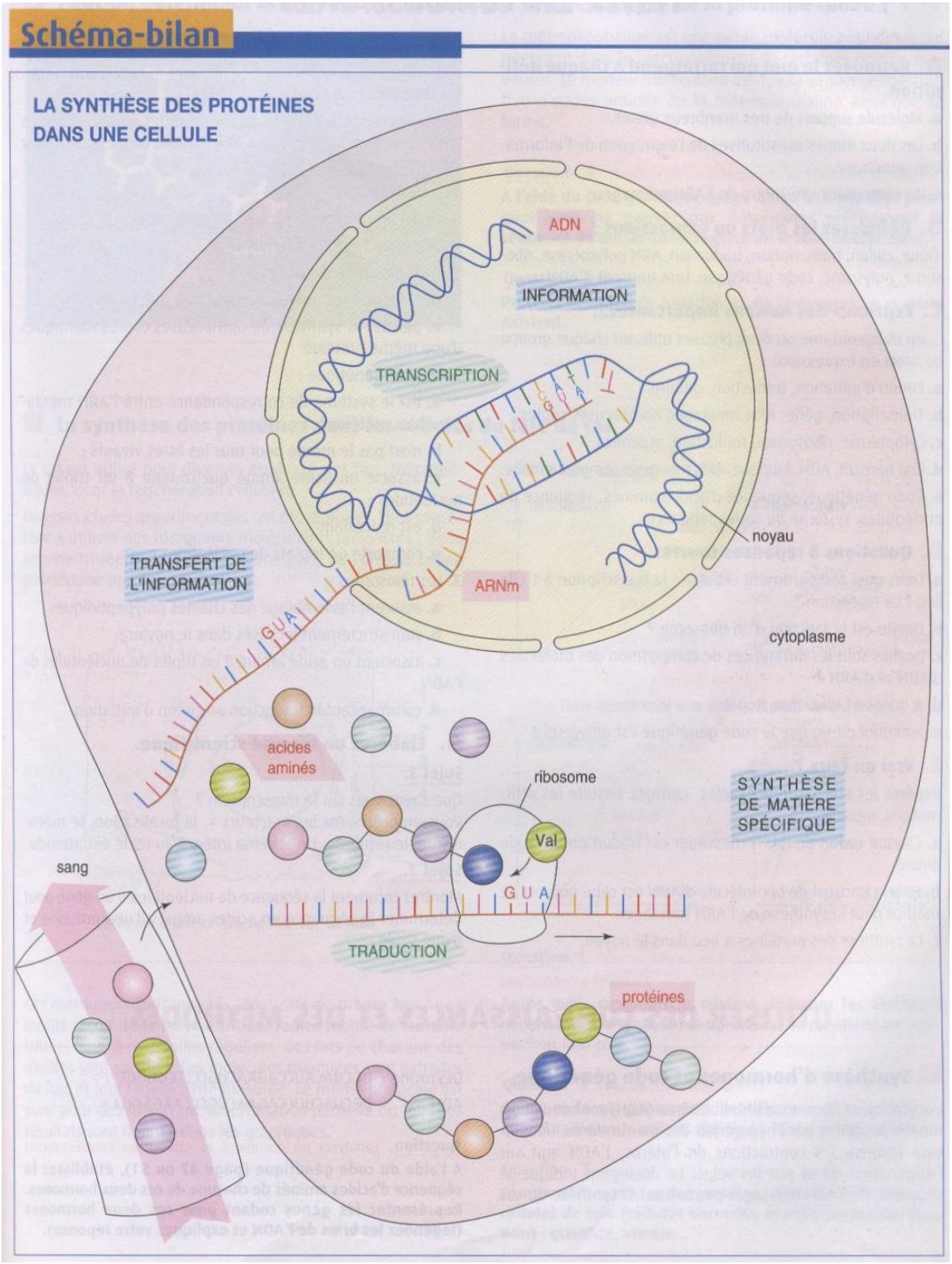

Observer l'infiniment petit
Mètre (m)
L'œil
L'organe humain permet une observation de l'infiniment grand au millimètre.
Centimètre (0,01 m)
La loupe binoculaire
La binoculaire permet de grossir un objet, même épais, éclairé par-dessus. Permet des grossissements allant de x 6 à x 200.
Dixième de millimètre (0,0001 m)
Le microscope optique
Un microscope est un instrument de précision permettant d'observer l'organisation d'un objet très fin laissant en partie passer la lumière qui arrive par dessous. Permet des grossissements allant de x 40 à x 1 400
Micromètre ou micron (0,000001 m)
Le microscope électronique
Il utilise, au lieu de la lumière, un faisceau d'électrons concentré par des lentilles magnétiques. Permet des grossissements allant de x 3 000 à x 1 000 000
Nanomètre (0,000000001 m)

Extrait de Magnard – 6ème S - 2005

Une autre façon de représenter les échelles en montrant l'instrument utilisé pour réaliser l'observation.

Noter que les images obtenues en microscopie électronique peuvent être colorées, mais que l'indication « fausses couleurs » n'est pas toujours présente ce qui est source d'interprétations erronées.

C - Finalement des schémas bilan, même s'ils sont bien utiles, peuvent induire en erreur sur le rapport de taille des différents objets si l'on ne souligne pas le problème (voir l'exemple ci-dessous) :



Extrait de Bordas 1ère S - 2001

Cellule et molécule sont représentées à la même échelle car c'est l'aspect fonctionnel qui est souligné ici, mais l'éditeur ne l'explicite pas.

3 LA STRATEGIE POUR LEVER LES OBSTACLES

La taille d'un objet très petit n'a pas toujours de sens pour un élève et ne suscite donc pas son intérêt voici quelques pistes pour y remédier.

3-1 L'élève doit s'approprier les outils

Pour permettre aux élèves de s'approprier ces instruments il faut qu'ils utilisent le plus souvent possible les loupes binoculaires et les microscopes. Dans un choix d'activité l'enseignant doit donc les préférer aux documents. Cela n'est évidemment pas possible pour le microscope électronique.

Dans ce dernier cas une sensibilisation des élèves par une visite dans un laboratoire pour voir de près un microscope électronique peut être envisagée. (des microscopes électroniques sont décrits dans certains manuels mais en fin d'ouvrage et les élèves ne vont pas souvent y chercher des information si l'activité n'est pas imposée par le professeur)

Il faut également faire découvrir aux élèves l'intérêt de travailler-observer dans l'épaisseur d'une lame en jouant sur la mise au point (exploration en 3 dimensions). En effet les élèves ne perçoivent pas toujours que l'objet, même s'il est « coincé » entre lame et lamelle, a une certaine « épaisseur » et que des structures peuvent être visibles ou non selon la tranche examinée.

Enfin si possible les enseignants doivent utiliser des lames graduées, des micromètres oculaires ou à défaut faire comparer aux élèves les objets observés à des fils de diamètre connu (ou à un cheveu dont le diamètre moyen est proche de 100 microns).

3-2 Insister sur les définitions et les méthodes

Deux modes de représentation de l'**échelle** sont fréquemment utilisés : Le **segment** ou le **signe X**.

Une formation à l'utilisation de ces 2 représentations est donc nécessaire.

Il faut également bien définir, et tôt dans la scolarité, les termes grossissement, grandissement et échelle puisque les élèves vont les rencontrer à maintes reprises.

Le **grossissement** indique « la puissance » de l'appareil optique (microscope ou loupe) qui a permis de réaliser l'observation et donc le dessin. C'est pour le microscope le produit des valeurs des grossissements indiqués sur l'objectif et l'oculaire. Elle permet de comparer les microscopes entre eux mais ne donne pas la taille de l'objet

(si cette indication est notée sur une image ou sur le dessin réalisé par l'élève). Le grossissement est **symbolisé par le signe X**.

L'**agrandissement** ou **grandissement** est le rapport entre la taille de l'image, ou du dessin d'observation réalisé par l'élève, et la taille réelle de l'objet (voir annexe 6 doc. A). Il est également symbolisé par le signe X, d'où le risque de confusion avec le grossissement. Ces deux valeurs peuvent être très différentes pour un même dessin, et ne représentent pas la même chose.

L'**échelle** est une indication de la correspondance entre la taille du dessin et la taille réelle de l'objet. **L'échelle est donc une manière différente de noter l'agrandissement**.

On peut représenter une échelle de deux manières :

- littérale : "**Y** centimètres représentent -> **Z** micromètres". (avec Y une longueur sur la photo ou le dessin et Z la longueur réelle correspondante).
- graphique : un segment sur l'image ou le dessin avec sa valeur numérique et son unité.

Enfin il faut que sur un dessin rendu en fin de séance (ou de travail finalisé à la maison) apparaisse l'échelle quitte à la donner aux élèves si sa détermination n'est pas réalisable pendant le temps de la séance.

Au final il faut impérativement que les activités pour trouver la taille réelle d'un objet à partir, 1- de son observation au microscope et 2- de son étude sur document photographique, soient réalisées en cours de formation (voir activité à réaliser sur 2 séances, au collège, détail dans l'**annexe 8**)

3-3 Travailler en interdisciplinarité

Il peut être intéressant au collège de préparer, en lien avec les professeurs de mathématiques, des exercices faisant intervenir les capacités des élèves à :

- Mesurer des objets (réaliser des exercices avec échelle indiquée par un segment)

- Comparer, ordonner.

- Travailler sur la proportionnalité en modélisant (voir questionnaire annexe 2 questions 13 et 14)

Les activités réalisées en cours de mathématiques pourraient plus fréquemment s'appuyer sur des exemples concrets en SVT.

Le professeur de SVT doit travailler sur les notions d'échelles de plan avec les professeurs de technologie et histoire/géographie.

Au lycée le professeur de SVT doit préparer ses progressions en liaison avec le professeur de physique au moment des cours d'optique pour définir tôt dans l'année les termes grossissement et grandissement.

3-4 Motiver les élèves par des images frappantes

Travailler sur des images attrayantes, spectaculaires, permet de motiver les élèves, de susciter la curiosité et de donner du sens. Il faut donc opérer un choix judicieux des photos support d'activité.

Des documents bien choisis sur un thème donné peuvent servir de situation déclenchante, après avoir rappelé la problématique les élèves doivent faire mention des échelles dès le début de l'analyse des documents.

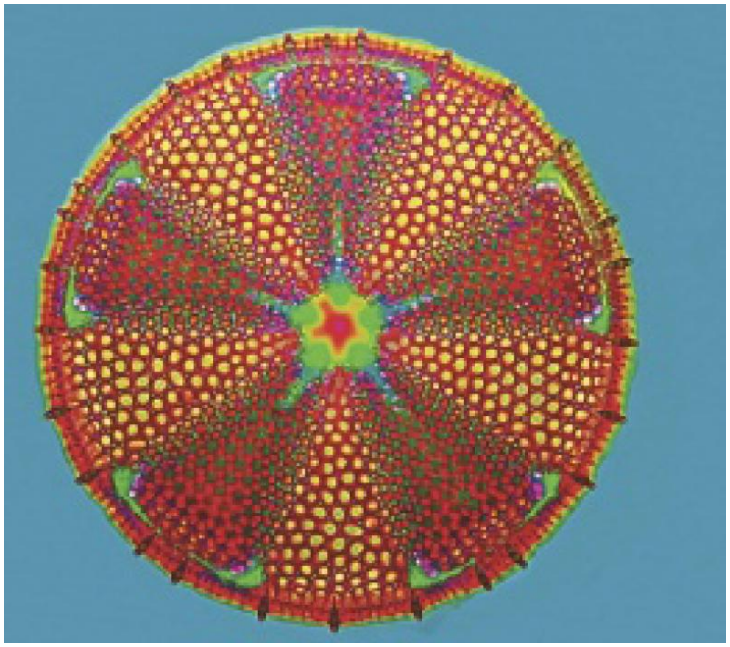


Photo extraite de l'article « **Microscopiques beautés** » (Pour la science - janvier 2009)
Cette diatomée fossile (Actinoptycus heliopelta Grunow) vivait dans la mer il y a 20 millions d'années. L'algue unicellulaire se protégeait dans une coquille de « verre » (de la silice hydratée) de **0,14 mm de diamètre**. Stephen Nagy (qui à reçu le 3ème prix du concours de photographies en microscopie optique organisé par Olympus America inc.) a mis en évidence sa symétrie en réunissant 5 photographies prises avec des focales différentes. Les couleurs reflètent l'épaisseur du squelette.

Conclusion

Si les programmes prennent en compte les notions d'échelle de façon continue et diversifiée dans les cursus à travers de nombreuses situations et exemples concrets dans le vivant, les élèves de terminale, comme le montre mon questionnaire appréhendent encore mal ces notions. En effet elles demandent un niveau d'abstraction qui n'est pas immédiat et sont par ailleurs parasitées par des représentations qui peuvent induire des conceptions inexactes sur les ordres de grandeur.

Par ailleurs ces échelles de l'infiniment petit sont fréquemment reprises dans les médias, parce qu'elles suscitent la curiosité et sont productrices d'images spectaculaires, ce qui peut être source de motivation d'un côté mais qui peut aussi être source d'erreur car elles ne sont pas toujours traitées avec suffisamment de rigueur ou que leurs auteurs ne s'entourent pas de toutes les précautions permettant d'éviter au public de se faire des représentations erronées (à leur décharge les diffuseurs leur imposent des contraintes en terme de format de temps et d'espace de publication qu'ils sont obligés d'accepter).

La formation sur ces notions d'échelles demande en effet une grande rigueur et une attention permanente dans un cadre transdisciplinaire et sur lequel il faudrait intensifier les actions. Cependant, à la lecture des nouveaux programmes de sciences en seconde, cette tendance semble être bien prise en compte.

Plus généralement j'ai souvent été frappé, en assistant à des conférences de géologie ou d'astronomie ouvertes au public par le fait que les orateurs commençaient souvent leur exposé, pour marquer les esprits – en géologie par donner aux auditeurs une échelle de temps de l'histoire de l'univers et de la terre rapportée à une année, dans laquelle, pour ne prendre qu'un seul exemple, les premiers représentants de la lignée humaine n'apparaissent que le 31 décembre vers 21 heure ! – en astronomie par donner une échelle du système solaire illustrée par une ville de 6 km de diamètre dont Pluton marque la limite, avec au centre le soleil, représenté par une boule de 1,50 m de diamètre, et où la terre est à 150 m de cet astre, et indiquant qu'à cette échelle réduite l'étoile la plus proche serait à 40 000 km !.

Le souci de bien faire percevoir les notions d'échelles ne se limite donc pas au cadre scolaire et doit être poursuivi dans le cadre d'une vulgarisation dans tous les domaines des sciences.

BIBLIOGRAPHIE

- La didactique des sciences – J.P. Astolfi – M. Develay – Que sais-je – PUF 6ème édition 2005
- Van Leeuwenhoek, l'exercice du regard - P. Boutibonnes - Belin 1994
- Aider les élèves à apprendre – G. De Vecchi Hachette Education 1992
- Histoire de la biologie (2 tomes) A. Giordan (dir) – Lavoisier 1986 – 1987
- Biologie et biologistes – G. Gohau – Magnard - 1978
- Matière et matériaux, De quoi est fait le monde ? – E. Guyon (dir) – Belin 2010
- Mille milliards de cellules – G. Macagno – Ellipses 2001
- L'école, mode d'emploi – P. Mérieu ESF 1985
- La mesure – Histoire, science et philosophie – J. Perdijon – Dunod 2004
- Histoire illustrée de la biologie Gordon – Rattray – Taylor – Hachette 1963
- De l'inégalité scolaire – J-P. Terrail – La dispute 2002
- La pluridisciplinarité dans les enseignements scientifiques – 1er tome – Histoire des sciences – SCEREN CRDP 2005
- Infiniment petit, des particules aux cellules, les mystères de l'invisible – Sciences et Avenir – Hors série. Avril – mai 2010

SITES INTERNET

Institutionnels :

- Les pages consacrées à la découverte et à l'étude la cellule (microscopie photonique, électronique et à champ de force atomique) sur le site du CNRS parmi 14 dossiers thématiques : **http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doscel/decouv/norm/global.htm**
- Histoire de l'Univers, de la Terre, de la Vie rapportée à une année. P. Thomas – 2001. Site internet : ***http://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre/XML/db/planetterre/metadata/LOM-chronologie-terre.xml***

- Echelles, grossissements, agrandissements…G. Furelaud : **http://www.snv.jussieu.fr/vie/documents/echelles/echelles.htm**

- Histoire du microscope et de la microscopie – Scéren –CNDP : **http://www.cndp.fr/Themadoc/micro/Rep_hist.htm**

- Etude d'un instrument d'optique - TP8 : Microscope optique (2009-2010) **http://www.phytem.ens-cachan.fr/telechargement/TP_ModuleL1/08%20microscope%20optique.pdf**

Non institutionnels :

- Site présentant une collection d'instruments scientifiques anciens appartenant principalement au domaine de l'Enseignement, notamment des microscopes : A. Balasse : **http://www.premiumorange.com/Le.Compendium/**

- Site de SVT – **http://wwwppeda.free.fr/**
Avec une page consacrée aux colorants et réactifs, notamment les Colorations cytologiques :
http://wwwpsvt.free.fr/svt/bio/colorants/colorants.htm

- A propos de Microscopes, d'instruments et de mesures :
http://www.microscopies.com/DOSSIERS/Magazine/Articles/WD-MicroMesures/MicroMesures.htm

Conférences en ligne, émissions ou reportages vidéo

- Emission Thalassa du 30 avril 2010 - **Emmanuel Reynaud : entre l'art et la science**. Un reportage de J. Mascolo de Filippis – 12' – Production mc4

- Conférence de l'UTLS au Lycée Grégor Mendel (94) par U. Hazan (virologue à l'Institut Cochin) en février 2008 - **Qu'est ce qu'un virus ?**
http://www.canal-u.tv/producteurs/universite_de_tous_les_savoirs_au_lycee/dossier_programmes/utls_au_lycee_2008/qu_est_ce_qu_un_virus_uriel_hazan

- Emission La Tête au carré sur France Inter, présentée par M. Vidard le 5 mai 2010 : **Matière et matériaux.** Avec Etienne Guyon - Physicien, directeur honoraire de l'Ecole Normale Supérieure et Dominique Rojat - Biologiste, doyen de l'Inspection générale des sciences de la vie et de la Terre
Un passionnant voyage dans toutes les échelles de la matière, depuis la molécule unique jusqu'aux nuages interstellaires.
http://sites.radiofrance.fr/franceinter/em/lateteaucarre/

ANNEXES

Annexe 1

Fiche méthode : Réaliser un dessin d'observation

Le dessin d'observation permet de représenter fidèlement une observation faite à l'œil nu, au microscope ou à la loupe binoculaire. Il permet de conserver une trace de l'observation. C'est aussi un moyen de communiquer.

1 – Phase de préparation du dessin, mise en page :

- Utiliser une feuille blanche, un crayon à papier bien taillé et une gomme propre (ne jamais utiliser de stylo ni de couleur).
- Tracer au crayon une marge de 4,5cm de chaque côté de la feuille (il y a donc 4 marges à tracer).
- Noter le nom, prénom et classe en haut à gauche de la feuille, la date à droite.

2 - Réaliser le dessin :

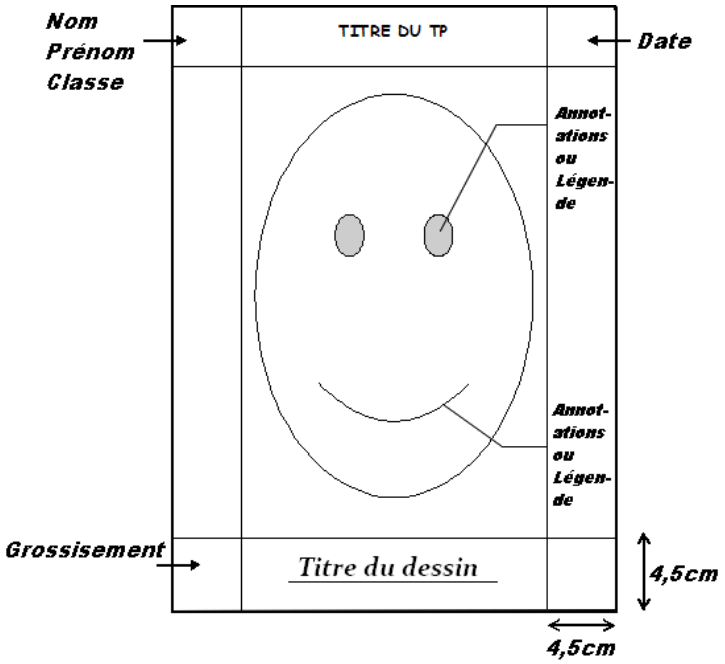
- Réaliser le dessin au centre de la feuille avec un trait net, fin et continu tout en respectant la forme et les proportions de l'objet à dessiner.
- Si un élément existe en de nombreux exemplaires, n'en représenter que quelques uns.

3 - Les annotations :

- Tracer, au crayon et à la règle, des traits horizontaux nets et continus montrant précisément l'élément à nommer et s'arrêtant au niveau de la marge droite ou gauche. Les traits ne doivent pas se croiser et l'extrémité du trait doit toucher le détail à nommer.
- Les annotations doivent être précises, alignées les unes au dessous des autres, sans faute d'orthographe.

4 - Ecrire le titre et le grossissement :

- Écrire le titre du TP et la question ou le problème posé auquel vous devez répondre,
- Écrire le titre du dessin, il doit être précis, souligné, au crayon, en dessous du dessin.
- Préciser l'instrument d'observation (œil nu, loupe binoculaire, microscope optique). Préciser éventuellement la technique employée pour l'observation (coloration...).
- Si vous observez une section, précisez coupe transversale ou coupe longitudinale.
- Préciser le grossissement (= grossissement de l'oculaire x grossissement de l'objectif) ou l'échelle.



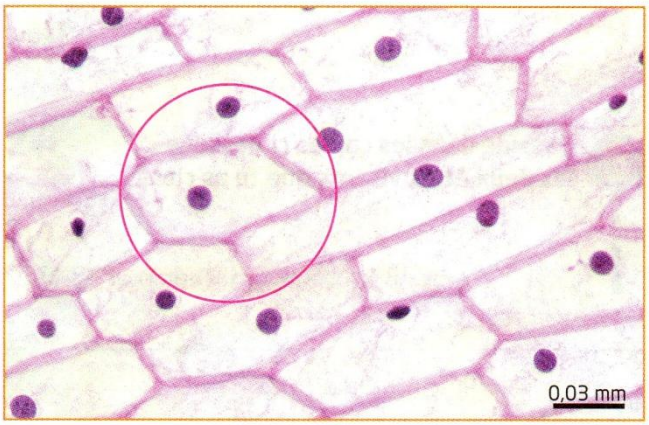
5 - Ecrire au dos du dessin **la réponse au problème posé** obtenue grâce à vos observations

Annexe 2

EVALUATION DIAGNOSTIQUE en classe de 6ème

(Le diagnostique ne porte que sur la question 4 :
Indiquer la dimension de la cellule)

Contrôle n°6 : La notion de « cellule » (Barème : noté sur 5 points)



Photographie de gauche : Observation au microscope optique de cellules d'épiderme d'oignon (X60)
Cadre de droite : Schéma de deux cellules d'épiderme d'oignon observées au microscope optique (X60)
*[**L'épiderme d'oignon** correspond à la fine pellicule transparente à la surface de l'écaille d'oignon. C'est la «peau» de l'oignon]*

Consignes :

1. **Observe** la photo **et dessine,** dans le cadre de droite ci-dessus, **deux cellules** d'épiderme d'écaille de bulbe d'oignon (ton schéma doit être réalisé au crayon gris, les traits doivent être nets, fins, continus). [***S'informer et communiquer par un schéma***]. (/1)
2. **Annote (**légende**)** ton dessin en utilisant le vocabulaire vu en activité et cours (4 mots clés au total sont attendus, les traits de légende doivent être tirés à la règle, les légendes écrites horizontalement). [***Restituer ses connaissances***]. (/1)
3. **Indique ce que représente la cellule pour le monde vivant.** [***Restituer ses connaissances***]. (/2)

   ……
   ……
   ……
   ……

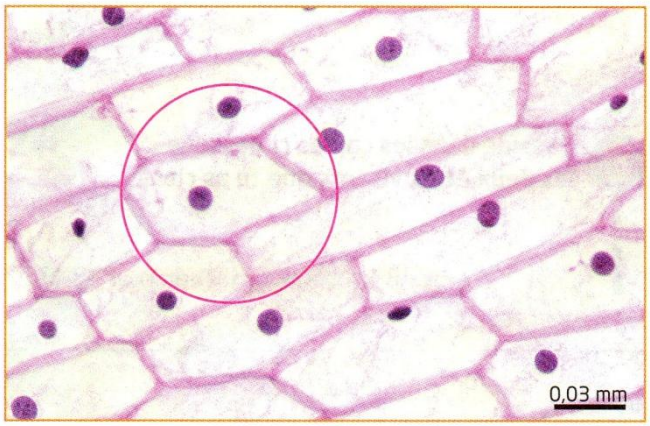
4. *La taille des cellules, en moyenne 10 micromètres (1 micromètre c'est mille fois plus petit que 1 millimètre), ne permet pas de les observer à l'œil nu puisque l'œil humain ne peut distinguer les objets en dessous de 100 micromètres. (On dit que l'œil humain a une résolution de 100 micromètre**)***. **Indique la dimension** (la largeur par exemple) en micromètre de la cellule d'oignon représentée sur la photo (aide toi de l'échelle indiquée) et indique combien de cellules d'oignon doivent être juxtaposées pour qu'on puisse les voir à l'œil nu.

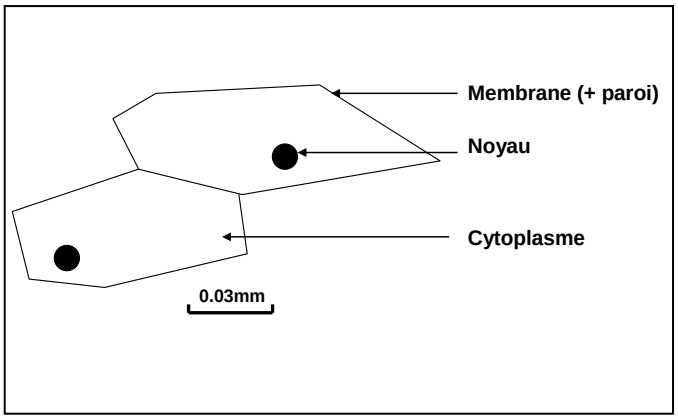
   ……
   ……
   ……
   ……
   ……

Présentation, orthographe, Français correct [***Communiquer***]. (/1)

REPONSE ATTENDUE DE L'EVALUATION DIAGNOSTIQUE

Correction du contrôle n°6 : La notion de « cellule »





Photographie de gauche : Observation au microscope optique de cellules d'épiderme d'oignon (X60)
Cadre de droite : Schéma de deux cellules d'épiderme d'oignon observées au microscope optique (X60)
*[**L'épiderme d'oignon** correspond à la fine pellicule transparente à la surface de l'écaille d'oignon. C'est la «peau» de l'oignon]*

Consignes :

1. **Observe** la photo **et dessine,** dans le cadre de droite ci-dessus, **deux cellules** d'épiderme d'écaille de bulbe d'oignon (ton schéma doit être réalisé au crayon gris, les traits doivent être nets, fins, continus). [***S'informer et communiquer par un schéma***]. (/1)
2. **Annote (**légende**)** ton dessin en utilisant le vocabulaire vu en activité et cours (4 mots clés au total sont attendus, les traits de légende doivent être tirés à la règle, les légendes écrites horizontalement). [***Restituer ses connaissances***]. (/1)
3. **Indique ce que représente la cellule pour le monde vivant.** [***Restituer ses connaissances***]. (/2)
   La cellule est l'attribut (le caractère) commun à tous les êtres vivants.
   (Tous les êtres vivants sont constitués d'une seule, ou de plusieurs cellules).

4. *La taille des cellules, en moyenne 10 micromètres (1 micromètre c'est mille fois plus petit que 1 millimètre), ne permet pas de les observer à l'œil nu puisque l'œil humain ne peut distinguer les objets en dessous de 100 micromètres. (On dit que l'œil humain a une résolution de 100 micromètre)*. **Indique la dimension** (la largeur par exemple) en micromètre de la cellule d'oignon représentée sur la photo (aide toi de l'échelle indiquée) et indique combien de cellules d'oignon doivent être juxtaposées pour qu'on puisse les voir à l'œil nu. (/1)

   a - Sur la photo on peut observer qu'une cellule d'oignon fait une largeur d'environ 0,03mm (c'est le barreau d'échelle qui l'indique) ce qui représente 0,03x1000 micromètres = 30 micromètres.
   b – Si on juxtapose 3 cellules en largeur on obtient 3x30 micromètres = 90 micromètres, c'est encore invisible à l'œil nu qui ne peut voir qu'à partir de 100micromètres comme cela est précisé dans le texte.
   Il faut donc 4 cellules (soit 4x30= 120 micromètres) pour que l'ensemble soit visible à l'œil nu.

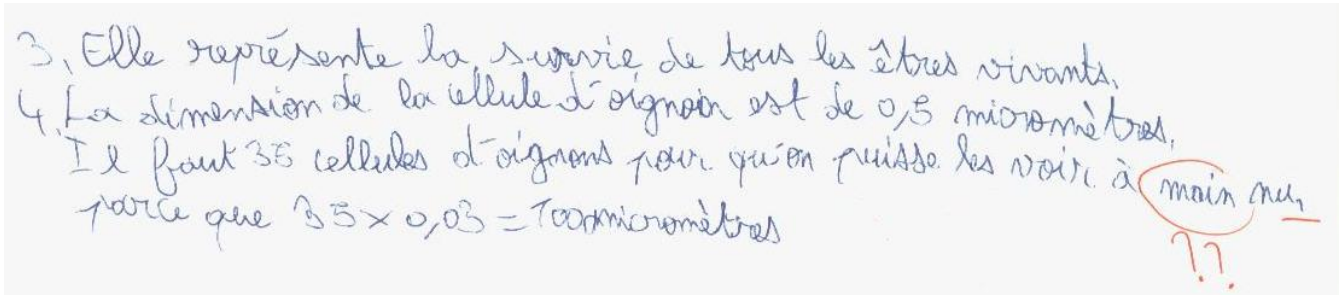
Analyse statistique des résultats (79 copies sur 3 classes de 6ème):

- Raisonnement incorrect (et résultat incohérent non autocritiqué) : 56/79 soit 71%
- Raisonnement correct, mais réponse inexacte : 4/79 soit 5%
- Raisonnement et résultat correct : 1/79 soit moins de 1%
- Pas de réponse : 18/79 soit 23%

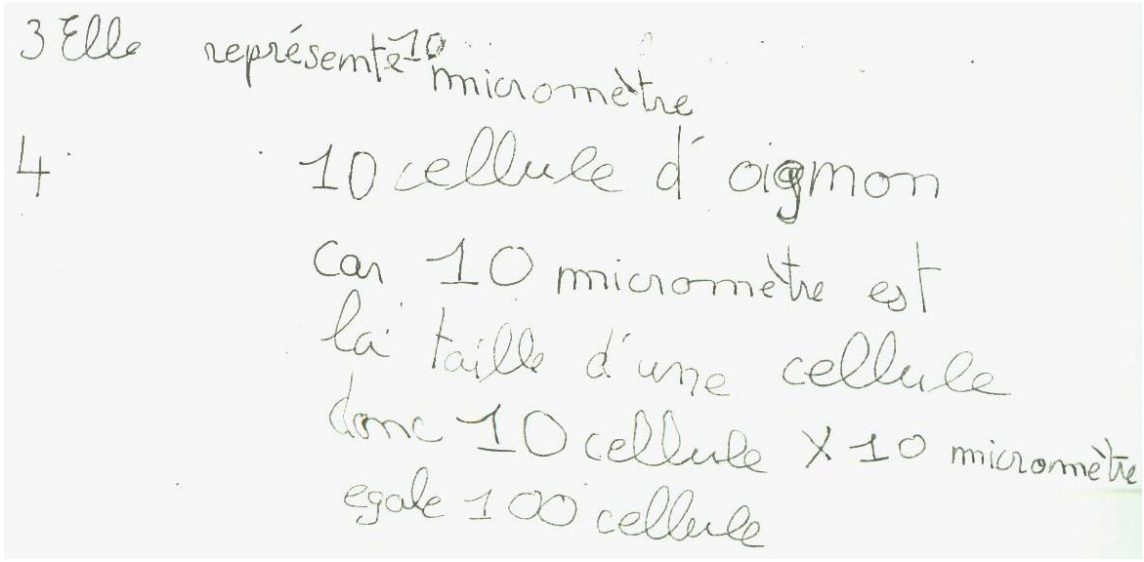
EXEMPLES DE PRODUCTIONS D'ELVES

3/ La cellule représente le point commun des tous les être vivant
a/ 400 micromètre car pour pouvoir voir une cellule d'oignon il faut cette dimension
b/ 100

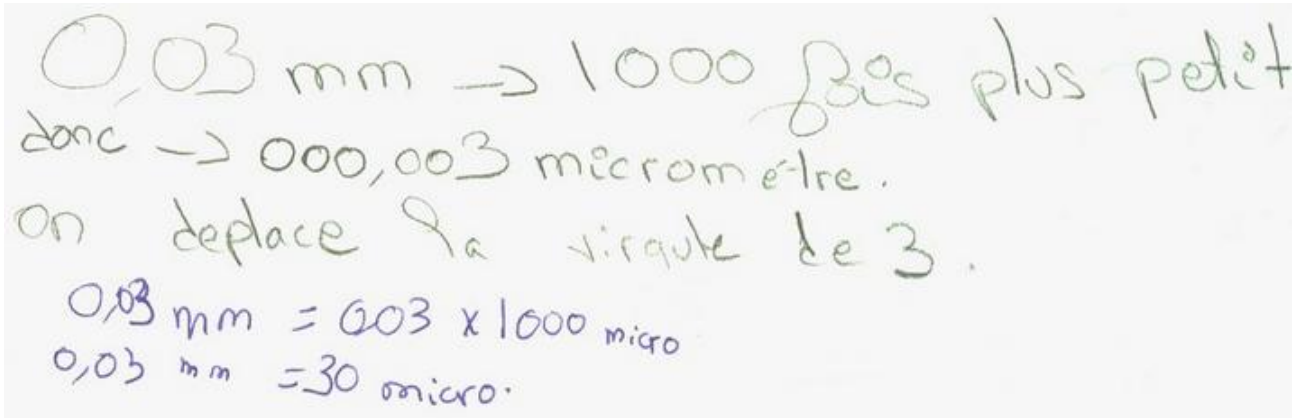
Réponse inexacte, le calcul n'est pas réalisé, l'échelle indiquée sur la photo n'est pas utilisée.


3, Elle représente la survie de tous les êtres vivants.
4, La dimension de la cellule d'oignon est de 0,5 micromètres.
Il faut 35 cellules d'oignons pour qu'on puisse les voir à main nu,
parce que 35 x 0,03 = 1 centimètres
!?

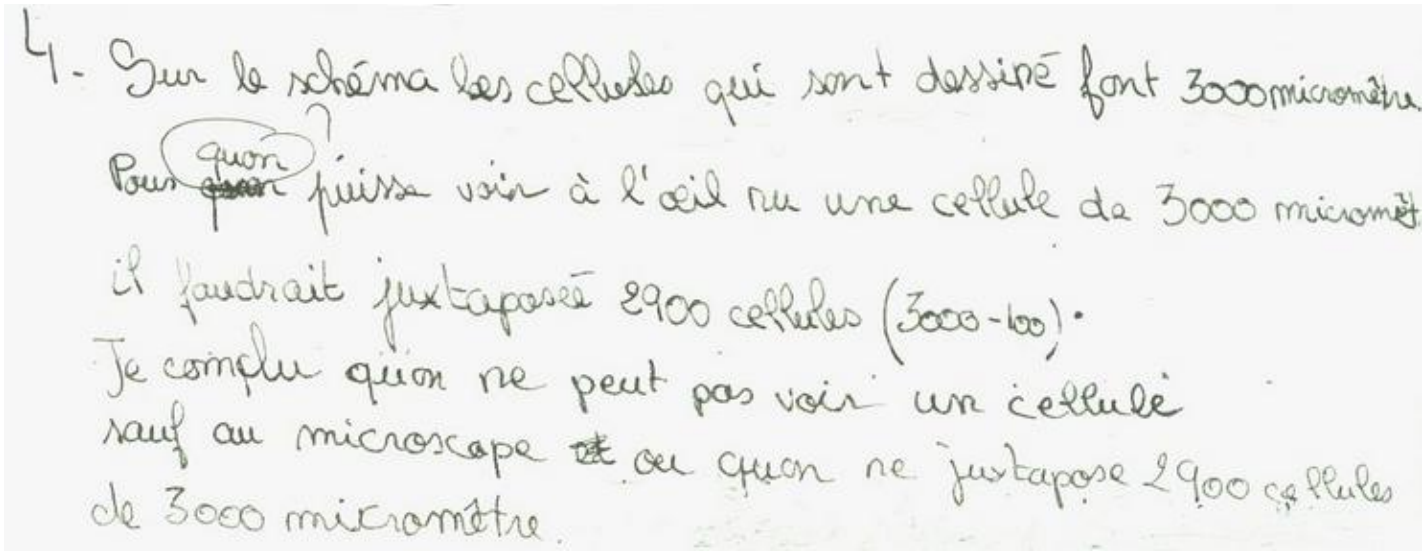
Réponse inexacte, confusion dans les unités.


3 Elle représente 10 micromètre
4 10 cellule d'oignon
Car 10 micromètre est
la taille d'une cellule
donc 10 cellule X 10 micromètre
egale 100 cellule

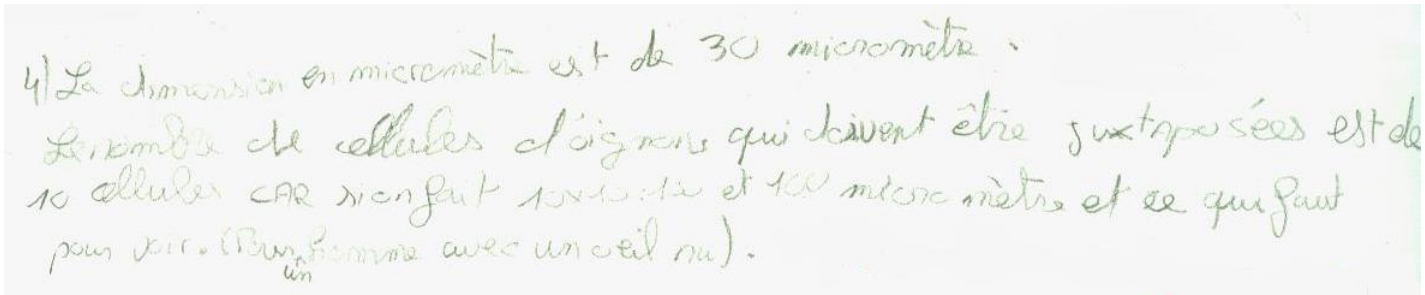
Réponse inexacte sur la dimension, mais raisonnement correct pour le calcul du nombre de cellules (mais basé sur l'information extraite du texte et pas sur le mesure).



Réponse inexacte, raisonnement incorrect.


4. Sur le schéma les cellules qui sont dessiné font 3000micromètre
Pour que ? puisse voir à l'oeil nu une cellule de 3000 micromèt
il faudrait juxtaposé 2900 cellules (3000-100).
Je conclue qu'on ne peut pas voir un cellule
sauf au microscope et ou qu'on ne juxtapose 2900 cellules
de 3000 micromètre.

Réponse inexacte, raisonnement incorrect, ordre de grandeur du résultat non analysée.


4) La dimension en micromètre est de 30 micromètre.
L'ensemble de cellules alignées qui doivent être juxtaposées est de
10 cellules car si on fait 10 x 10 et 100 micromètre et ce qu'il faut
pour voir. (Bien sûr un homme avec un oeil nu).

Réponse exacte (mais non justifiée) pour la 1ère partie de la question (dimension), raisonnement et calcul correct pour la 2ème partie (mais le raisonnement porte sur la dimension moyenne indiquée dans le texte pour une cellule et non sur l'utilisation du segment figurant sur l'image)

Annexe 3

Travail de recherche documentaire sur l'Histoire des Sciences en 6ème

Travail de recherche documentaire sur l'Histoire des Sciences en SVT (Partie 3 – Activité 5) :

Le microscope et l'histoire de la découverte des cellules

Lis le texte ci-dessous intitulé « *l'Histoire de la microscopie* ».
Réalise une frise chronologique sur les étapes de la découverte du microscope en indiquant :

a. les différentes découvertes dans l'ordre chronologique (2,5 pts).
b. leurs dates (2 pts).
c. les scientifiques qui ont fait ces découvertes (1,5 pts).

a

Indique l'origine du mot « cellule » (1 pt).
Explique pourquoi les premières cellules ne furent découvertes qu'à la fin du XVIIe siècle (1 pt).
Colle cette fiche de consignes sur ta copie (0,5 pt). **Fais** attention à la présentation de ta copie et **relis**-la pour corriger tes fautes éventuelles (0,5 pt). **Fais signer ce travail par tes parents** (1 pt) **:**

L'œil permet d'observer des objets de dimensions variées mais quand leur taille est très petite (en dessous du 1/10 de mm) ils ne sont plus visibles. D'autre part la vue peut faiblir ou présenter des défauts à la naissance ce qui empêche de voir correctement, mais très tôt l'Homme chercha divers moyens pour remédier aux troubles de la vue.

Ainsi, dès le XIe siècle, la loupe est inventée, elle permet des grossissements allant jusqu'à 200 fois la taille d'un objet. A la fin du XIIIe siècle, Salvino Armati (physicien Italien, 1245-1317) construit des verres d'un type nouveau : chacun de ces verres grossit les objets. La première paire de lunettes est née !

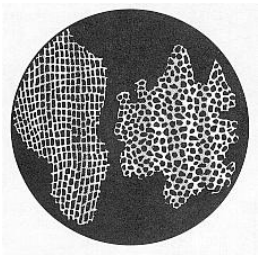
Vers 1677, un fabriquant de draps hollandais, Van Leeuwenhoeck, (1623-1723) fabrique un appareil à une seule lentille qui lui permet de regarder ses étoffes de près pour en vérifier la qualité, et aussi de compter les fils ! Ses résultats l'encouragent à regarder de près tout ce qui l'entoure : une goutte de bière, une goutte de sang… Les êtres vivants semblent constitués de petits globules. Le microscope est né. (microscope de Van Leeuwenhoeck : photo a)

Difficile de revendiquer la paternité de cette invention car plusieurs modèles de microscopes sont apparus à la même période. En 1665, Robert Hooke (naturaliste Anglais, 1635-1703), en superposant 2 loupes, observe des poux, des végétaux, notamment une fine tranche de liège. Il trouve alors une explication à la légèreté de ce matériau : il est constitué de millions de logettes remplies d'air, qu'il nomme cellules (du latin cellula, petite chambre). En fait, il n'observe pas vraiment des cellules car le liège est fait de cellules mortes, mais la paroi rigide qui les entoure (vue activité4), cependant l'idée de cellule est née. (microscope de R. Hooke - photo c, et observation du liège de R. Hooke - photo b).

Depuis sa découverte, le microscope a connu bien des améliorations. Le microscope optique (photo d) permet actuellement des grossissements allant de 40 à 2 500 fois.

Dans les années 1950 sont apparus les premiers modèles de microscopes électroniques (photo e). Ces appareils ont révolutionné le monde de l'observation microscopique. Ces outils sont destinés à un usage scientifique ou industriel. Ils permettent des grossissements allant de 3 000 à 1 000 000 fois (1 million !). Mais le microscope optique reste l outil de référence en matière d'enseignement, d'examens de laboratoire, et bien sur le compagnon idéal de l'amateur curieux et éclairé !

b



c

d

e

Exploitation de travail de recherche documentaire sur l'Histoire des Sciences en 6ème

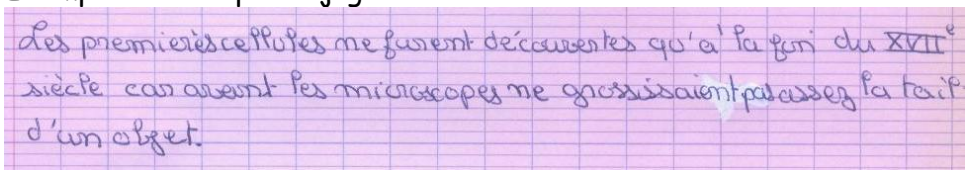
Dans ce travail seule la question qui permet le diagnostic sur la bonne formulation du problème par les élèves est analysée.

La question :
Explique pourquoi les premières cellules ne furent découvertes qu'à la fin du 17e.

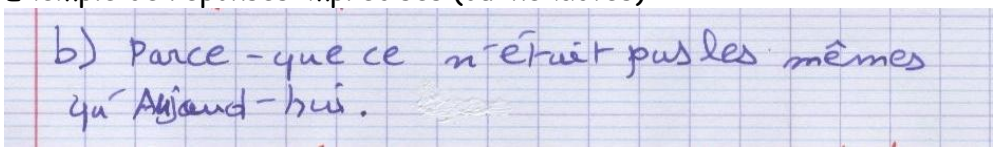
Réponse attendue :
Sans le microscope, dont la mise au point date de la fin du XVIIe siècle, l'Homme dont l'œil ne perçoit pas les objets plus petits que 1/10 mm, ne pouvait pas voir les cellules.

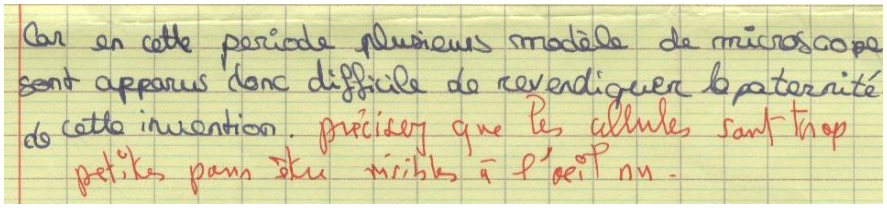
Dépouillement des réponses : nombre total de réponses 66.
Nombre de réponses considérées **correctes** (ou considérées exactes même si la phrase n'est pas rédigée en bon français) : **35 soit 53%**
Nombre de copies où la réponse ne figure pas : **18 soit 27%**
Nombre de copie où la réponse est jugée incorrecte : **13 soit 20%**

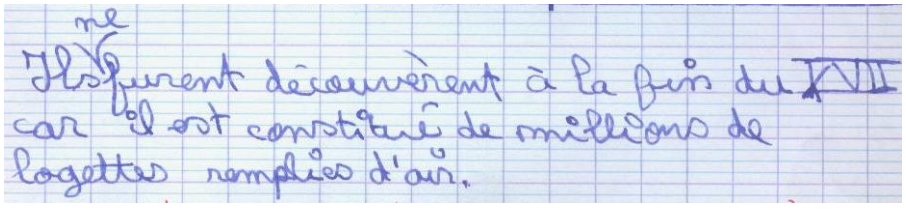
Exemple d'une réponse jugée correcte :


Les premières cellules ne furent découvertes qu'à la fin du XVII siècle car avant les microscopes ne grossissaient pas assez la taille d'un objet.

Exemple de réponses imprécises (ou inexactes):




Car en cette période plusieurs modèle de microscope sont apparus donc difficile de revendiquer la paternité de cette invention. préciser que les cellules sont trop petites pour être visible à l'oeil nu.



Une majorité d'élève a correctement répondu. L'utilité du microscope est comprise. Certains élèves n'ont pas répondu à cette question, les questions ne sont pas lues jusqu'au bout ou les consignes ne sont pas respectées, ce qui est un autre problème !. **Certains élèves n'ont pas bien perçu l'utilité d'un microscope**.

Annexe 4

QUESTIONNAIRE SUR LES ECHELLES DU VIVANT ET LEURS OBSERVATIONS

Nom : …… Prénom : …… Classe : ……..	**Les échelles du vivant et leurs observations**

Répondez aux questions suivantes :

1 - Quelle est la taille d'une graine de lentille ?

2 - Quelle est la taille d'une spore de fougère ?

3 - Comparer la taille d'une graine de lentille et d'une spore de fougère.

4 - Une cellule est combien de fois plus petite qu'un mètre (10 fois, 100 fois, 1000 fois, etc.?).

5 - Quelle est la taille moyenne d'un virus ?

6 - Quelle est la taille moyenne d'une bactérie ?

7 - Quelle est la taille moyenne d'une cellule animale ou végétale ?

8 - Quelle est la plus petite dimension observable à l'œil nu (limite de résolution) ?

9 - Quel est le grossissement maximum d'un microscope optique ?

10 - Quelle est la limite de résolution d'un microscope optique ?

11 - Quel est le grossissement maximum d'un microscope électronique ?

12 - Quelle est la limite de résolution d'un microscope électronique ?

13 - La tour la plus haute du monde vient d'être inaugurée à Dubaï, elle mesure 828 m, si c'était la taille d'un homme quelle taille aurait, par comparaison, un de ses globules rouges ?

14 - Si une cellule d'épiderme de bulbe d'oignon était représentée par un modèle (une maquette) de la taille, par exemple, d'un sucre de 2cm de longueur, quelle dimension aurait, par comparaison, la maquette du bulbe d'oignon en entier ?

REPONSES ATTENDUES AU QUESTIONNAIRE SUR LES ECHELLES DU VIVANT ET LEURS OBSERVATIONS

1 - Quelle est la taille d'une graine de lentille ? : **Diamètre 5 mm**

2 - Quelle est la taille d'une spore de fougère ? : **Diamètre 0,05 mm soit 50 µm**
(d'après les photos des livres Hachette 6ème 2005 page 56 ou Hatier 6ème page 51)

3 - Comparer la taille d'une graine de lentille et d'une spore de fougère. : **Une graine de lentille est 100 fois plus grande qu'une spore de fougère**

4 - Une cellule est combien de fois plus petite qu'un mètre (10 fois, 100 fois, 1000 fois, etc.?). : **10 000 fois plus petite (pour une cellule de 10 µm par exemple)**

5 - Quelle est la taille moyenne d'un virus ? : **100 nm ou 0,1 µm soit 10^{-7}m**

6 - Quelle est la taille moyenne d'une bactérie ? : **1 µm soit 10^{-6}m**

7 - Quelle est la taille moyenne d'une cellule animale ou végétale ?: **10 à 100 µm**

8 - Quelle est la plus petite dimension observable à l'œil nu (limite de résolution) ? : **1/10 mm**

9 - Quel est le grossissement maximum d'un microscope optique ? : **2000 X**

10 - Quelle est la limite de résolution d'un microscope optique ? : **0,5 µm**

11 - Quel est le grossissement maximum d'un microscope électronique ? : **2 000 000 X**

12 - Quelle est la limite de résolution d'un microscope électronique ? : **0,2 nm**

13 - La tour la plus haute du monde vient d'être inaugurée à Dubaï, elle mesure 828 m, si c'était la taille d'un homme quelle taille aurait, par comparaison, un de ses globules rouges ?:
Taille d'un globule rouge 7 µm, taille d'un homme 1,75 m, rapport entre les deux : 250 000
Donc la taille d'un globule à l'échelle d'un homme qui mesurerait 828 m serait de : 828 m / 250 000 = 0,003 m soit 3 mm soit la taille d'une graine de lentille

14 - Si une cellule d'épiderme de bulbe d'oignon était représentée par un modèle (une maquette) de la taille, par exemple, d'un sucre de 2cm de longueur, quelle dimension aurait, par comparaison, la maquette du bulbe d'oignon en entier ?:
Longueur d'une cellule d'oignon 200 µm, taille réelle d'un bulbe d'oignon 5 cm de diamètre, rapport entre les deux : $5x10^{-2}/200x10^{-6}$ = 250
Donc pour une cellule modélisée par un sucre de 2 cm il faudrait un bulbe modélisé par une maquette de 250 x 5 cm soit 12,50 m.

Barème exploitation : Noté **1** si exact, **0** si inexact, **NR** si non répondu. Total possible : **14**

EXPLOITATION DES QUESTIONNAIRES SUR LES ECHELLES DU VIVANT ET LEURS OBSERVATIONS

- Nombre de réponses qui correspondent aux réponses attendues pour les élèves de 6ème sur un total de 76 élèves :

1 : 36/74 soit environ 50% de réponses exactes

2 : 2/74 soit moins de 3% de réponses exactes

3 : 11/74 soit 15% de réponses exactes

Réponses 4 à 14 non significatives

Voir commentaires dans le texte

- Nombre de réponses qui correspondent aux réponses attendues pour les élèves de 5ème sur un total de 24 élèves :

1 : 14

2 : 2

3 : 12

Réponses 4 à 14 non significatives

Voir commentaires dans le texte

EXPLOITATION DES QUESTIONNAIRES SUR LES ECHELLES DU VIVANT ET LEURS OBSERVATIONS

Nombre de réponses qui correspondent aux réponses attendues pour les élèves de terminale spécialité SVT sur un total de 24 élèves :

1 : 24 soit 100% de bonnes réponses

2 : 12 soit 16% de bonnes réponses

3 : 19 bonnes réponses sous la forme taille lentille > taille spore (seuls 4 élèves ont donné une dimension cohérente de 10 à 100 micromètre pour une spore)

4 : 12

5 : 6

6 : 5

7 : 8 soit 30% de bonnes réponses.

8 : 14

9 : 21

10 : 2

11 : 2

12 : 0

13 :17

14 : 5

Note minimum : 3/14, note maximum 10/14, moyenne de la classe : 6/14

Voir commentaires dans le texte

Annexe 5 : Les programmes dans les textes du B.O.

Socle commun de compétences attendues en fin du CM2

Principaux éléments de mathématiques. Les élèves doivent savoir :
Ecrire, nommer, comparer et utiliser les nombres entiers, les nombres décimaux (jusqu'au centième) et **quelques fractions simples** ;
- utiliser les techniques opératoires des quatre opérations sur les nombres entiers et décimaux (pour la division, le diviseur est un nombre entier) ;
- **estimer l'ordre de grandeur d'un résultat** ;
- reconnaître, décrire et nommer les figures et solides usuels ;
- utiliser la règle, l'équerre et le compas pour vérifier la nature de figures planes usuelles et les construire avec soin et précision ;
- **utiliser les unités de mesure usuelles** ; utiliser des instruments de mesure ; effectuer des conversions ;
- **résoudre des problèmes relevant** des quatre opérations, **de la proportionnalité**, et **faisant intervenir différents objets mathématiques : nombres, mesures, "règle de trois", figures géométriques, schémas** ;
- organiser des informations numériques ou géométriques, justifier et **apprécier la vraisemblance d'un résultat.**

Culture scientifique et technologique. Les élèves doivent savoir:
- pratiquer une démarche d'investigation : **savoir observer**, questionner ;
- **manipuler** et expérimenter, formuler une hypothèse et la tester, argumenter ;
- mettre à l'essai plusieurs pistes de solutions ;
- **exprimer et exploiter les résultats d'une mesure** ou d'une recherche en utilisant un vocabulaire scientifique à l'écrit et à l'oral ;
- maîtriser des connaissances dans **divers domaines scientifiques** ;
- mobiliser ses connaissances dans des contextes scientifiques différents et dans des activités de la vie courante (par exemple, apprécier l'équilibre d'un repas) ;
- exercer des habiletés manuelles, réaliser certains gestes techniques.

Socle commun de connaissances et compétences au collège

Le décret du 11 juillet 2006 énonce les connaissances et les compétences que tous les élèves doivent avoir acquises à la fin de leur scolarité obligatoire.

Selon l'article 9 de cette loi, « la scolarité obligatoire doit au moins garantir à chaque élève les moyens nécessaires à l'acquisition d'un socle commun constitué d'un ensemble de connaissances et de compétences qu'il est indispensable de maîtriser pour accomplir avec succès sa scolarité, poursuivre sa formation, construire son avenir personnel et professionnel et réussir sa vie en société.

Le texte du socle commun s'articule en sept grandes compétences, la troisième concerne la connaissance des principaux éléments des mathématiques et de la maîtrise d'une culture scientifique.

J'ai extrait celles qui sont en rapport direct avec notre étude.

En mathématique les élèves doivent connaître :
- Les nombres décimaux, les nombres relatifs, les **fractions**, les **puissances (ordonner, comparer)**.
- Les **principales grandeurs** (**unités de mesure, formules, calculs et conversions**)
- Les **mesures à l'aide d'instruments**, en prenant en compte l'incertitude liée au mesurage.
Et ils doivent être capables de reconnaître les situations relevant de la **proportionnalité et les traiter**

Dans le domaine de la culture scientifique il est rappelé que les sciences expérimentales et les technologies ont pour objectif de **comprendre et de décrire le monde réel**, les élèves doivent donc :

Pour ce qui est des connaissances :
- Savoir que l'Univers est **structuré** du niveau **microscopique** (atomes, molécules, cellules du vivant) au niveau macroscopique (planètes, étoiles, galaxies)
- Connaître les **caractéristiques du vivant** : **unité d'organisation (cellule)** et biodiversité.

Pour ce qui est des capacités :
- Pratiquer une **démarche scientifique** à travers l'**observation** et le questionnement, et partir de là pour formuler une hypothèse et la valider.
- **Manipuler** et expérimenter.
- Développer des **habiletés manuelles**, être familiarisé avec certains **gestes techniques**.
- Exprimer et exploiter les résultats d'une mesure ou d'une recherche et pour cela utiliser les langages scientifiques à l'écrit.

- Maîtriser les principales **unités de mesure** et savoir les **associer aux grandeurs** correspondantes ;

Les attitudes suivantes doivent être développées :
Le **sens de l'observation** ;
La **curiosité** pour la découverte des causes des phénomènes naturels, l'imagination raisonnée, l'ouverture d'esprit ;
L'esprit critique ;
L'intérêt pour les progrès scientifiques et techniques ;
L'observation des règles élémentaires de sécurité

Dans le programme de la classe de sixième :

Caractéristiques de l'environnement proche et répartition des êtres vivants
Connaissances
On distingue dans notre environnement des manifestations de l'activité humaine –

Partie transversale : diversité, parentés et unité des êtres vivants
Connaissances
Au niveau microscopique, les organismes vivants sont constitués de cellules.
La cellule est l'unité d'organisation des êtres vivants.
Certains organismes vivants sont constitués d'une seule cellule, d'autres sont formés d'un nombre souvent très important de cellules.
La cellule possède un noyau, une membrane, du cytoplasme.
Capacités
Effectuer un geste technique en réalisant une préparation microscopique de cellules animales et/ou végétales, et/ou d'un micro-organisme unicellulaire.
Faire (en respectant les conventions) un dessin scientifique traduisant les observations réalisées.

Maîtrise des techniques usuelles de l'information et de la communication, B2i
Domaine 1 : s'approprier un environnement informatique de travail. Domaine 3 : créer, produire, traiter, exploiter des données.
Observer à la loupe ou au microscope avec réalisation d'images numériques.
(Ces contenus sont également au programme des classes de la 5ème à la 3ème.

Dans le programme de la classe de 5ème :

Fonctionnement de l'organisme et besoin en énergie

Respiration et occupation des milieux de vie
Connaissances
Chez les animaux les échanges gazeux se font entre l'air ou l'eau et l'organisme par l'intermédiaire d'organes respiratoires : poumons, branchies, trachées.

Capacités
Effectuer un geste technique en réalisant une observation d'organe respiratoire à la loupe binoculaire ou au microscope

Fonctionnement de l'organisme et besoin en énergie
Connaissances
Au niveau des alvéoles pulmonaires du dioxygène passe de l'air dans le sang.
Les nutriments passent dans le sang au niveau de l'intestin grêle.

Capacités
Observer, recenser et organiser des informations relatives au trajet de l'air dans l'appareil respiratoire

Dans le programme de la classe de 4ème :

Reproduction sexuée et maintien des espèces dans les milieux
Connaissances
La reproduction sexuée animale comme végétale comporte l'union d'une cellule reproductrice mâle et d'une cellule reproductrice femelle.
Capacités

Effectuer un geste technique en réalisant une observation microscopique de cellules reproductrices et/ou d'une fécondation.

Relations au sein de l'organisme - La communication nerveuse

Connaissances

La commande du mouvement est assurée par le système nerveux qui met en relation les organes sensoriels et les muscles

Capacités

Effectuer un geste technique en réalisant une observation microscopique de neurones

Dans le programme de la classe de 3ème :

Diversité et unité des êtres humains

Connaissances

Les chromosomes présents dans le noyau sont le support de l'information génétique

Capacités

Effectuer un geste technique en réalisant une observation microscopique au fort grossissement de cellules montrant des chromosomes
Observer, recenser des informations pour identifier les étapes de la division d'une cellule.

Risque infectieux et protection de l'organisme

Connaissances

Possibilité de pénétration de micro-organismes (bactéries et virus) issus de son environnement

Capacités

Suivre un protocole de réalisation d'une préparation microscopique de microorganismes non pathogènes.
Effectuer un geste technique en observant au microscope :
- quelques microorganismes ;
- des cellules sanguines

Dans le programme de la classe de seconde (nouveau programme) :

La Terre dans l'Univers, la vie et l'évolution du vivant : une planète habitée

Connaissances

La cellule est un espace limité par une membrane qui échange de la matière et de l'énergie avec son environnement.
Cette unité structurale et fonctionnelle commune à tous les êtres vivants est un indice de leur parenté

Capacités et attitudes

Réaliser une préparation microscopique et/ou utiliser des logiciels et/ou organiser et recenser des informations pour distinguer les échelles : atome, molécule, cellule, organe, organisme et les ordres de grandeur associés. Comparer des ultrastructures cellulaires pour illustrer la parenté entre les êtres vivants.

Dans le programme de la classe de première S :

L'ensemble du programme s'articule autour des relations existant entre le génotype d'un organisme et son phénotype. Dans un premier temps, la notion de phénotype est étudiée à **différentes échelles** : macroscopique, cellulaire et moléculaire. Les différents niveaux d'organisation une fois établis, le rôle fondamental des protéines dans la réalisation du phénotype est approfondi à travers l'exemple des protéines enzymatiques.

L'enseignement s'organise autour de la construction du raisonnement scientifique et des approches expérimentales. Les différentes parties du programme reposent sur des activités pratiques permettant à l'élève de s'approprier les concepts, les méthodes, les techniques qui fondent la connaissance scientifique. Au cours des séances de travaux pratiques, l'élève apprend à saisir des données, à traiter des informations, à effectuer une synthèse, à construire éventuellement un modèle, à formuler une hypothèse et à développer l'esprit critique. Toute activité pratique permet la mise en œuvre des techniques dans une démarche d'investigation.

Thème général : Des phénotypes à différents niveaux d'organisation du vivant

Du génotype au phénotype, relations avec l'environnement

Notions et contenus
Le phénotype peut se définir à différentes échelles : de l'organisme à la molécule.

Activités envisageables
Observation microscopique de cellules sanguines

La morphogénèse végétale et l'établissement du phénotype

Notions et contenus
La morphogénèse associe la division et la croissance cellulaire au niveau
de territoires spécialisés, La mitose est localisée dans les méristèmes.
Elle permet de produire :
- des cellules qui vont ensuite se différencier et participer à la croissance et à la structuration de l'organisme (feuilles, tiges, racines) ;
- des cellules qui restent indifférenciées et qui vont à leur tour constituer des méristèmes (apical ou axillaire).
La mitose est un processus commun aux cellules eucaryotes.
Dans la tige, la croissance cellulaire est contrôlée par une hormone : l'auxine.

Activités envisageables
Observation microscopique de méristèmes.
Réalisation de préparations et (ou) observation microscopique de cellules en mitose
Réalisation de préparations et (ou) observation de cellules végétales.
Mise en évidence de la turgescence cellulaire. Obtention et/ ou observation de protoplastes.

La régulation de la glycémie et les phénotypes diabétiques

Notions et contenus
L'homéostat glycémique.
Les cellules aet β du pancréas endocrine sont des capteurs de la glycémie
Les phénotypes diabétiques

Activités envisageables
Observation de coupes de pancréas d'animaux sains et diabétiques.

La part du génotype et la part de l'expérience individuelle dans le fonctionnement du système nerveux

Notions et contenus
Les propriétés intégratrices des centres nerveux et le fonctionnement des neurones
Les circuits neuroniques médullaires mobilisés au cours du réflexe myotatique
Les messages nerveux
Caractéristiques du fonctionnement des synapses

Activités envisageables
Étude des supports anatomiques et cytologiques intervenant dans la réalisation du réflexe.
Étude de documents relatifs à l'organisation de synapses et de la transmission synaptique

Dans le programme de la classe de terminale S dont spécialité:

Enseignement obligatoire

Stabilité et variabilité des génomes et évolution

Notions et contenus
Méiose et fécondation participent à la stabilité de l'espèce.
Méiose et fécondation sont à l'origine du brassage génétique

Activités envisageables
Étude de deux cycles biologiques : celui d'un mammifère et celui d'un champignon ascomycète.

Comparaison de caryotypes de cellules haploïdes et diploïdes.
Observations cytologiques d' événements de méiose et de fécondation.
Interprétation de caryotypes présentant une trisomie libre du chromosome 21.
Réalisation, observation et analyse de préparations microscopiques d'asques (cas d'un couple d'allèles).

Procréation
Notions et contenus
Régulation physiologique de l'axe gonadotrope

Activités envisageables
Observations microscopiques de spermatozoïdes et de coupes de testicules de mammifère.
Observation microscopiques de coupes d'utérus.
Observation microscopiques de coupes d'ovaires.
Observation d'électronographies de glaire cervicale

Immunologie
Notions et contenus
Une maladie qui touche le système immunitaire : le SIDA
Les cellules cibles du VIH sont principalement des cellules immunitaires : lymphocytes T4, monocytes et macrophages.
Les processus immunitaires mis en jeu

Activités envisageables
Étude de documents concernant le VIH et le SIDA
Observation des lymphocytes en microscopie photonique et électronique.
Comparaison lymphocyte B et plasmocyte au microscope électronique
Observation de lymphocytes T cytotoxiques en présence de cellules cibles.

Enseignement de spécialité

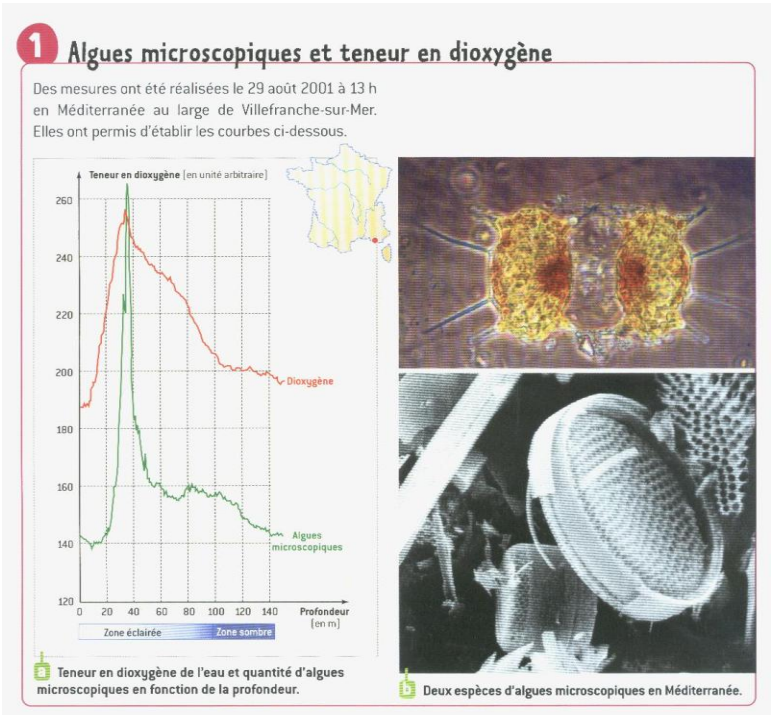
Des débuts de la génétique aux enjeux actuels des biotechnologies
Notions et contenus
Dépistage et diagnostic génétique

Activités envisageables
Observation de caryotypes anormaux

Diversité et complémentarité des métabolismes
Notions et contenus
Du carbone minéral aux composants du vivant : la photo-autotrophie pour le carbone
L'ATP, molécule indispensable à la vie cellulaire

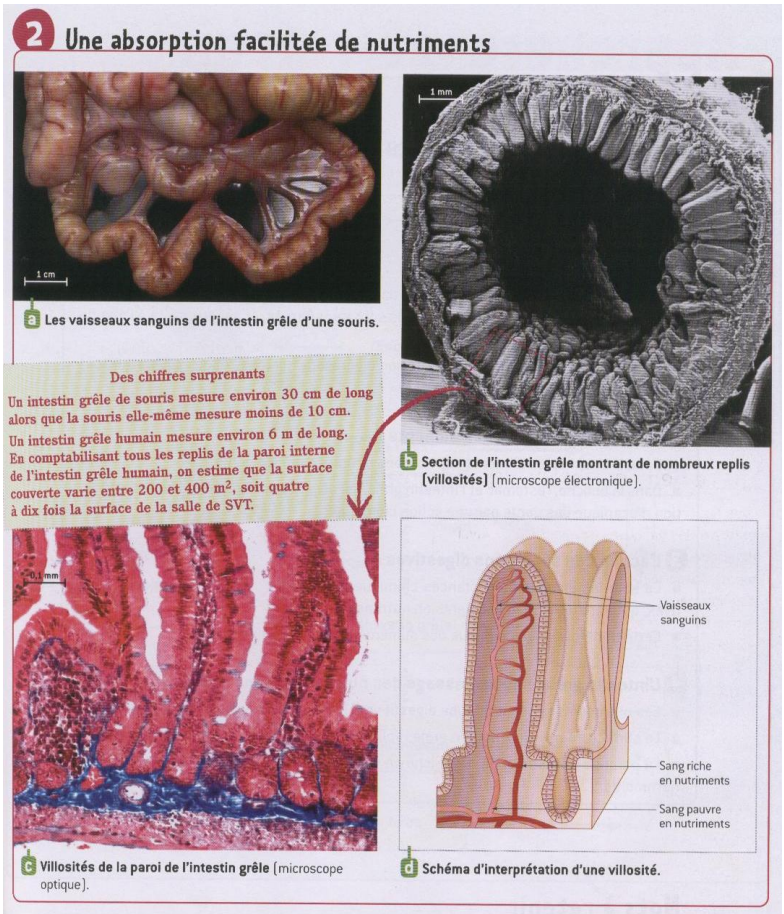
Activités envisageables
Étude d'une coupe de feuille. Localisation du parenchyme
chlorophyllien et des stomates.
Étude en microscopie optique de chloroplastes.
Étude d'électronographies de chloroplastes
Mise en évidence d'amidon dans les chloroplastes
Observation de mouvements de cyclose.
Observation de contraction de fibres musculaires.
Étude d'électronographies de fibres musculaires
Étude d'électronographies de mitochondries

Annexe 6 : Des exemples de documents tirés de manuels


1 Algues microscopiques et teneur en dioxygène
Des mesures ont été réalisées le 29 août 2001 à 13 h en Méditerranée au large de Villefranche-sur-Mer. Elles ont permis d'établir les courbes ci-dessous.
Teneur en dioxygène (en unité arbitraire)
260
240
220
200
180
160
140
120
Dioxygène
Algues microscopiques
0 20 40 60 80 100 120 140
Profondeur (en m)
Zone éclairée
Zone sombre
a Teneur en dioxygène de l'eau et quantité d'algues microscopiques en fonction de la profondeur.
b Deux espèces d'algues microscopiques en Méditerranée.

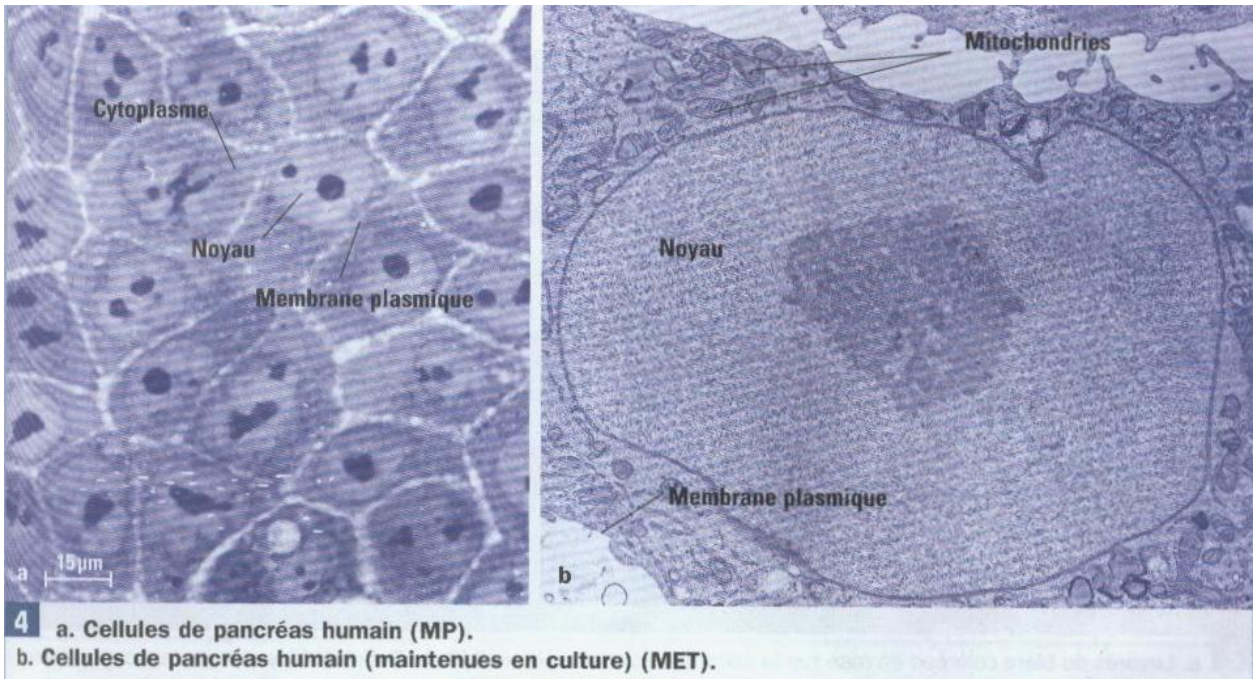
Extrait de Nathan – 5ème - 2006

Dans ce document l'échelle n'est pas n'est pas précisée.


2 Une absorption facilitée de nutriments
1 cm
a Les vaisseaux sanguins de l'intestin grêle d'une souris.
1 mm
b Section de l'intestin grêle montrant de nombreux replis (villosités) (microscope électronique).
Des chiffres surprenants
Un intestin grêle de souris mesure environ 30 cm de long alors que la souris elle-même mesure moins de 10 cm.
Un intestin grêle humain mesure environ 6 m de long.
En comptabilisant tous les replis de la paroi interne de l'intestin grêle humain, on estime que la surface couverte varie entre 200 et 400 m², soit quatre à dix fois la surface de la salle de SVT.
0,1 mm
c Villosités de la paroi de l'intestin grêle (microscope optique).
Vaisseaux sanguins
Sang riche en nutriments
Sang pauvre en nutriments
d Schéma d'interprétation d'une villosité.

Extrait de Nathan – 5ème - 2006

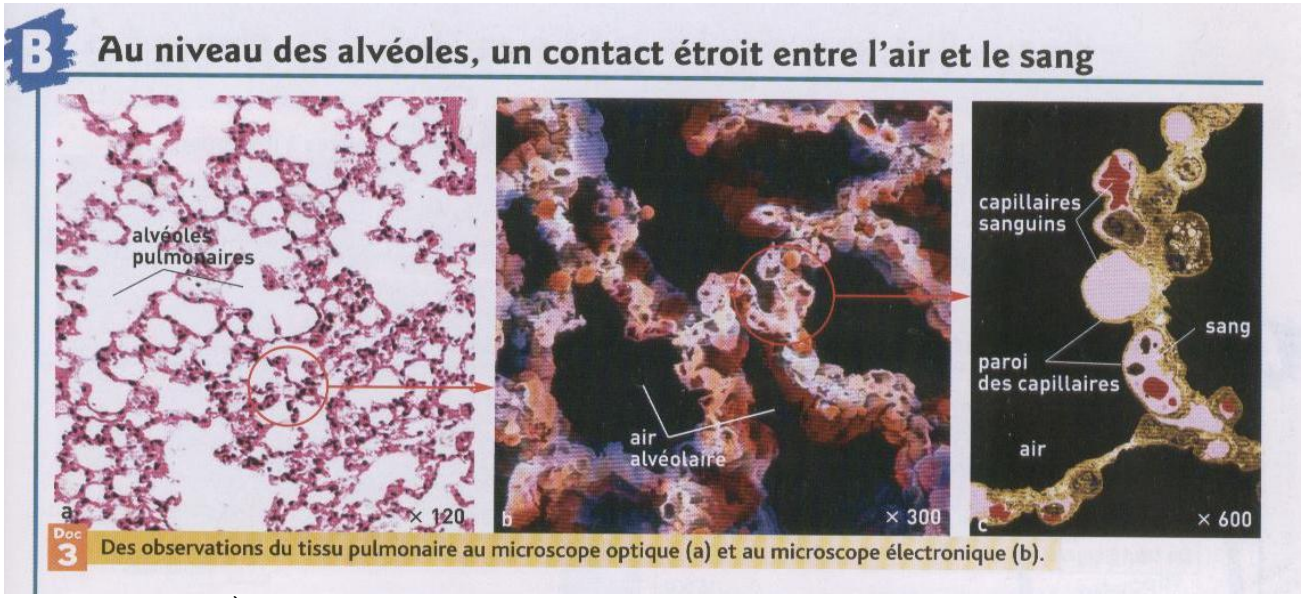
Dans ces documents l'échelle n'est que partiellement précisée (images mais pas le schéma),



4 a. Cellules de pancréas humain (MP).
b. Cellules de pancréas humain (maintenues en culture) (MET).

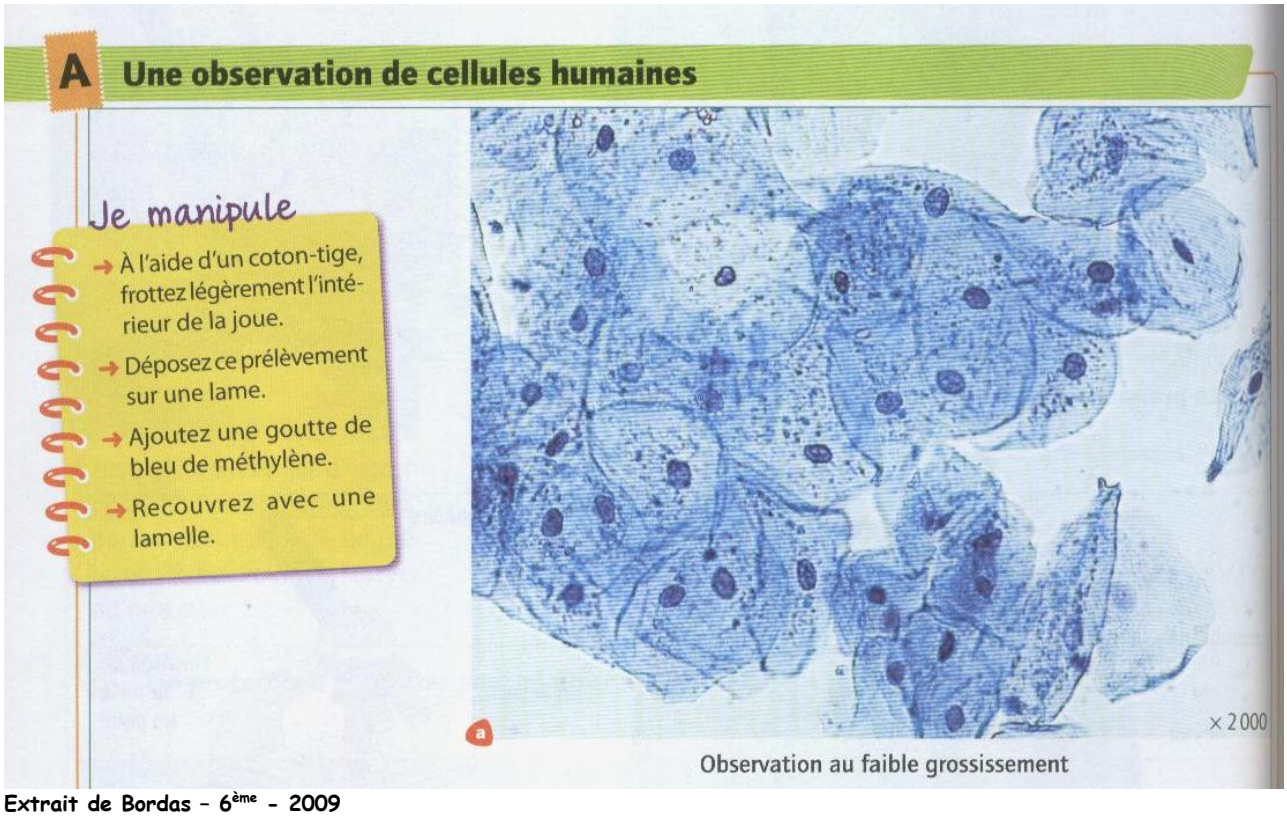
Extrait de Belin – Seconde - 2000

Dans ce document l'échelle n'est précisée que pour l'image du microscope optique. L'image du obtenue avec le microscope électronique n'a pas eu droit au même statut.



Extrait de Bordas – 5ème - 2006

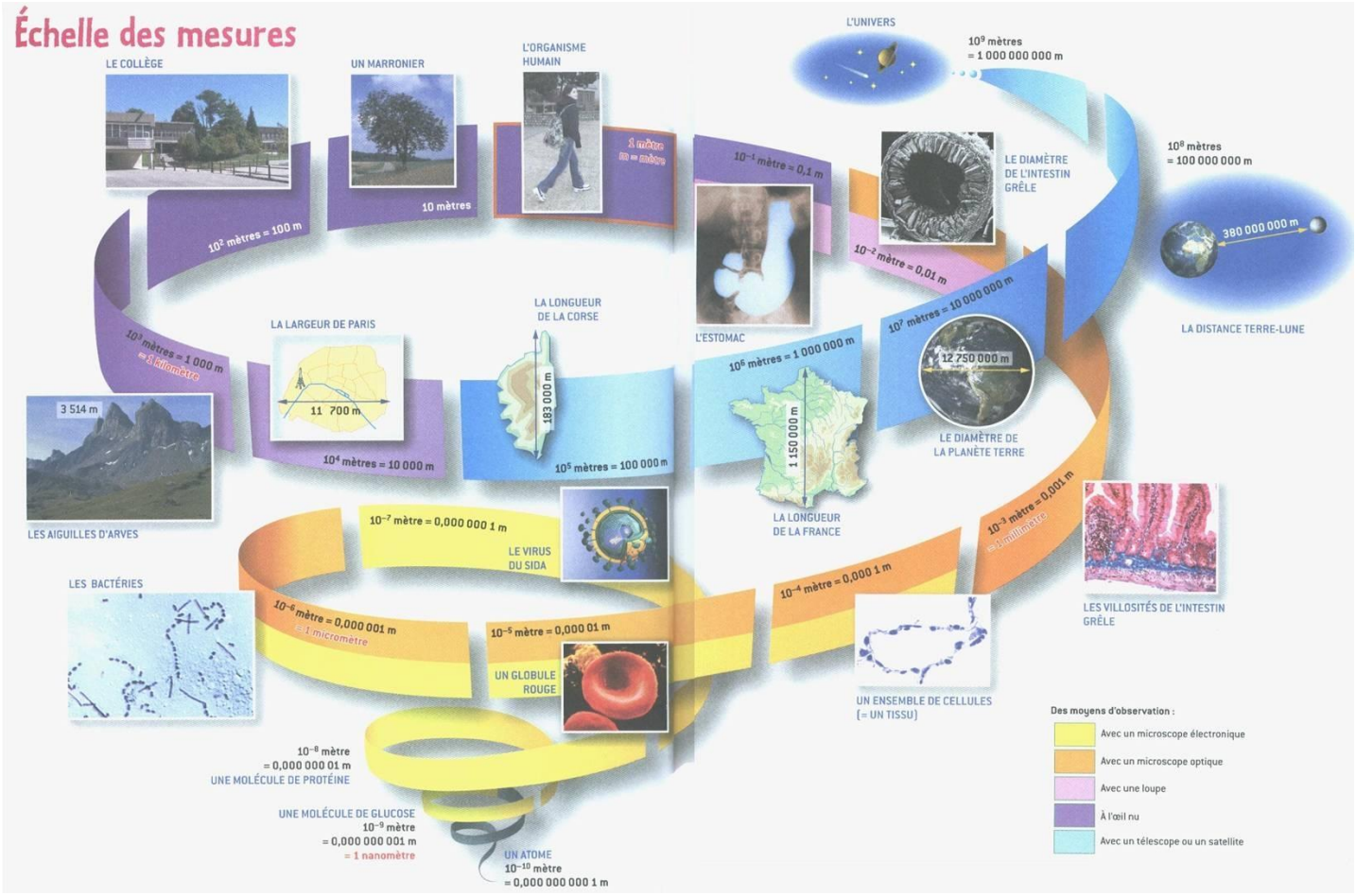
Dans ce document c'est un **grossissement** qui figure mais l'éditeur ne le précise pas.
Le traitement « fausses couleurs » de l'image c n'est pas indiqué.


A Une observation de cellules humaines
Je manipule
À l'aide d'un coton-tige, frottez légèrement l'intérieur de la joue.
Déposez ce prélèvement sur une lame.
Ajoutez une goutte de bleu de méthylène.
Recouvrez avec une lamelle.
a
× 2 000
Observation au faible grossissement

Extrait de Bordas – 6ème - 2009

Dans ce document la valeur x2000 est un **grandissement** mais l'éditeur ne le précise pas.
Il est cependant noté que l'observation est réalisée au **faible grossissement**.
(après mesure sur le livre taille d'une cellule sur la photo 2cm ➔ taille réelle 10 µm)

Annexe 7 : Documents tirés de manuels


Échelle des mesures
LE COLLÈGE
UN MARRONIER
L'ORGANISME HUMAIN
L'UNIVERS
10^9 mètres = 1 000 000 000 m
10^8 mètres = 100 000 000 m
10^2 mètres = 100 m
10 mètres
1 mètre m = mètre
10^{-1} mètre = 0,1 m
LE DIAMÈTRE DE L'INTESTIN GRÊLE
10^{-2} mètre = 0,01 m
380 000 000 m
LA DISTANCE TERRE-LUNE
10^3 mètres = 1 000 m = 1 kilomètre
LA LARGEUR DE PARIS
11 700 m
10^4 mètres = 10 000 m
LA LONGUEUR DE LA CORSE
183 000 m
10^5 mètres = 100 000 m
L'ESTOMAC
10^6 mètres = 1 000 000 m
1 150 000 m
LA LONGUEUR DE LA FRANCE
10^7 mètres = 10 000 000 m
12 750 000 m
LE DIAMÈTRE DE LA PLANÈTE TERRE
3 514 m
LES AIGUILLES D'ARVES
10^{-7} mètre = 0,000 000 1 m
LE VIRUS DU SIDA
LES BACTÉRIES
10^{-6} mètre = 0,000 001 m = 1 micromètre
10^{-5} mètre = 0,000 01 m
UN GLOBULE ROUGE
10^{-4} mètre = 0,000 1 m
UN ENSEMBLE DE CELLULES (= UN TISSU)
10^{-3} mètre = 0,001 m = 1 millimètre
LES VILLOSITÉS DE L'INTESTIN GRÊLE
10^{-8} mètre = 0,000 000 01 m
UNE MOLÉCULE DE PROTÉINE
UNE MOLÉCULE DE GLUCOSE
10^{-9} mètre = 0,000 000 001 m = 1 nanomètre
UN ATOME
10^{-10} mètre = 0,000 000 000 1 m
Des moyens d'observation :
Avec un microscope électronique
Avec un microscope optique
Avec une loupe
À l'œil nu
Avec un télescope ou un satellite

Extrait de Nathan – 5ème - 2006

Document sur double page de couverture du manuel de l'élève

Document à grande valeur pédagogique car toutes les échelles d'espace figurent y compris les moyens pour les observer.

Annexe 8

1ère Séance : Utilisation du microscope.
Evaluation de la taille des cellules par comparaison avec des objets de dimension connue

Problème
Comment évaluer la taille d'une cellule en l'observant au microscope ?

Objectifs
- Evaluer la taille d'une cellule d'épiderme d'écaille de bulbe d'oignon par comparaison avec des fils de diamètre connu (donner un ordre de grandeur de la taille par encadrement entre 2 valeurs).
- Comparer son estimation avec le résultat obtenu en utilisant une lame graduée.

Matériel
Oignon, lames, lamelles
Une série de fils de section connue, 120 µm, 100 µm, 80 µm, 60 µm, 40 µm, fixés à l'aide d'un ruban adhésif sur une lame standard.
Une lame graduée au 1/100 mm.

Première étape
Observer la lame supportant les fils calibrés au microscope.
Réaliser puis observer la préparation microscopique de la cellule.
Comparer les deux lames : Trouver le fil immédiatement plus gros et le fil immédiatement plus petit que la cellule puis donner un ordre de grandeur de la taille de la cellule.

Deuxième étape
Réaliser la préparation microscopique sur la lame graduée.
Comparer la taille de la cellule à la lame graduée au 1/100 mm.
Donner un ordre de grandeur de la taille de la cellule.
Comparer le résultat avec celui obtenu par la méthode des fils calibrés.

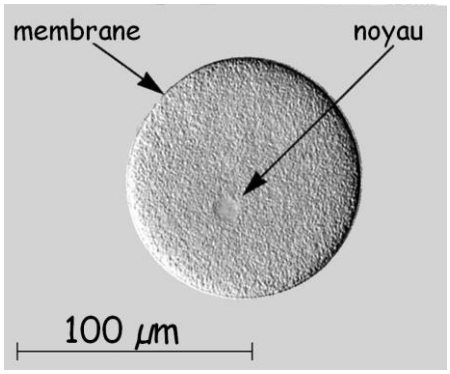
Troisième étape
Réaliser un dessin scientifique en respectant la fiche méthode
Indiquer le grandissement ou l'échelle et le grossissement utilisé.

(**Remarque :** En raison de la fragilité et du prix des lames graduées la préparation peut être réalisée par le professeur puis montrée aux élèves avec sur l'écran après capture avec une caméra vidéo).

2ème séance : Réaliser des mesures sur documents photographiques, utiliser une échelle pour déterminer la taille réelle d'une cellule.

Réaliser les activités suivantes :

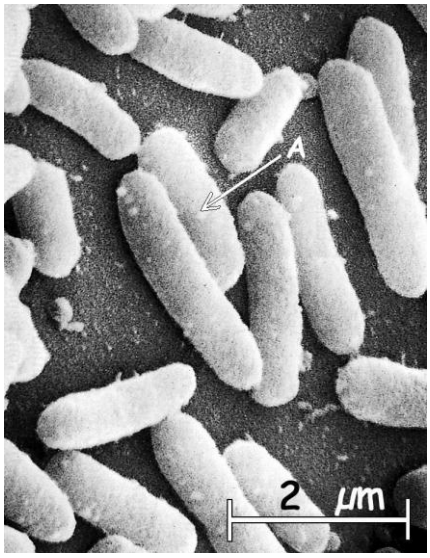
Activité 1 - Les oursins ont un mode de fécondation externe. Les ovules sont libérés dans l'eau de mer avant fécondation. Cette photographie montre un ovule observé au **microscope optique**.



Détermine le diamètre réel de l'ovule (en µm) en utilisant l'échelle fournie.

Diamètre =

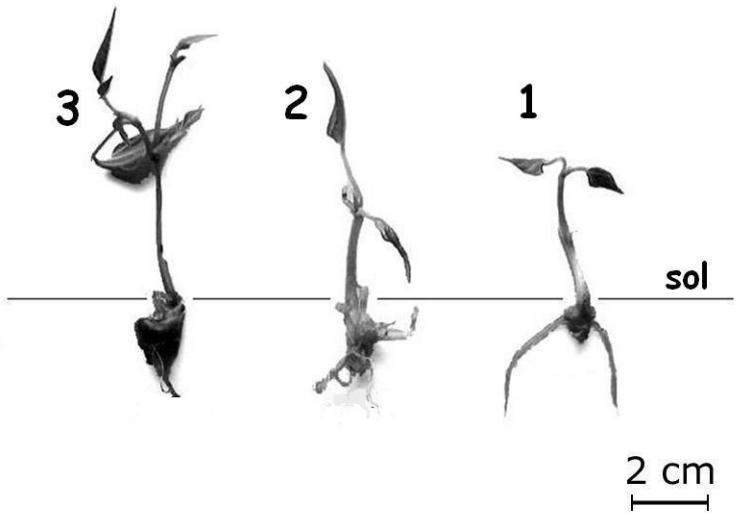
Activité 2 - Cette image réalisée au **microscope électronique à balayage** montre des colibacilles, bactéries abondantes dans l'intestin.



A l'aide de l'échelle, indique la longueur réelle de la bactérie A désignée (en µm).

Longueur =

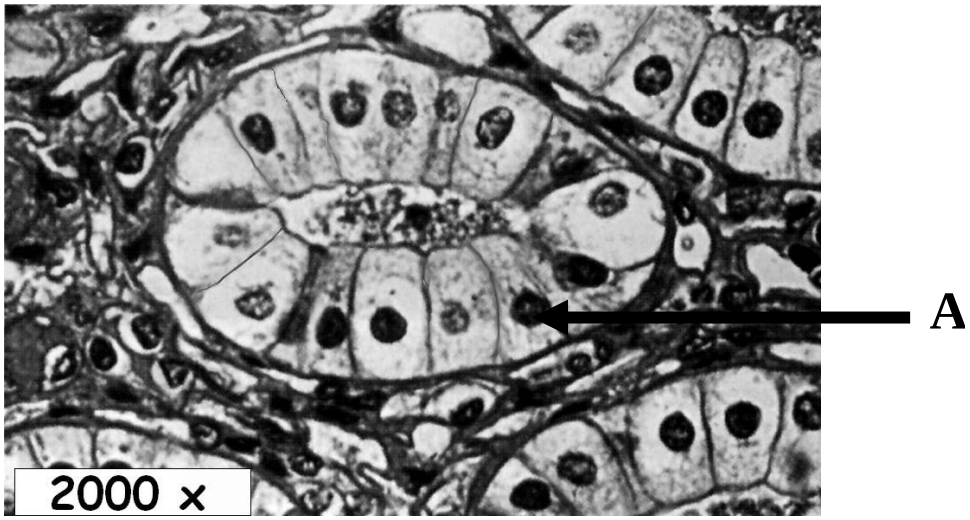
<u>Activité 3</u> - Pour étudier le développement des végétaux, on mesure la longueur d'une jeune plante à différents stades de croissance.



A l'aide de l'échelle, détermine la longueur réelle (en cm) de la plante n°2 du sol à l'extrémité de la feuille. Justifie ton calcul.

Longueur de la plante n°2 =
Détail du calcul effectué :

<u>Activité 4</u> - Afin d'étudier la structure cellulaire d'un rein, une photographie de plusieurs cellules regroupées en acini a été réalisée avec un microscope optique.



A l'aide du **grandissement** indiqué, détermine la hauteur en micromètre de la cellule A et justifie ton calcul. (1 micromètre = 1000 millimètres).

Hauteur de la cellule A =
Détail du calcul effectué :